

AMBIENTE E SALUTE, I PROGETTI PNC

Ricerca applicata per lo sviluppo dell'interazione Snpa-Snps

Il 17 e 18 novembre 2025 si è tenuta a Roma una conferenza promossa dal Ministero della Salute per presentare lo stato di avanzamento e le prospettive dei progetti finanziati dal Piano nazionale per gli investimenti complementari in tema di salute, ambiente, biodiversità e clima (Pnc) collegato al Pnrr.

Il percorso fin qui compiuto ha evidenziato la necessità di una sempre maggiore integrazione di discipline e competenze diverse in ambito ambiente-salute, secondo le prospettive *One health* e *Planetary health*. Si rafforzano quindi le interazioni tra il Sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici (Snps) e dei corrispondenti Sistemi regionali (Srps) con il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa), per fornire una migliore risposta alle esigenze di prevenzione e promozione della salute pubblica individuale e collettiva.

In questo numero della rivista raccogliamo i contributi relativi ai progetti inseriti nelle linee di investimento 1.2 e 1.4 del Programma E.1 Salute ambiente biodiversità e clima del Pnc-Pnrr, illustrandone i contenuti principali, i primi risultati e le prospettive future, oltre al ruolo specifico degli enti del Snpa.

Inoltre viene presentato il progetto Ideah (linea di investimento 1.5 del Pnc), coordinato dall'Istituto superiore di sanità, che ha l'ambizioso obiettivo di creare una piattaforma digitale nazionale che integri l'enorme mole di dati sanitari e ambientali, superandone la storica frammentazione.

L'attuazione di questi progetti rappresenta un primo importante passo di collaborazione tra tanti enti in tutta Italia, evidenziando l'opportunità di un proseguimento delle attività per mettere a sistema gli approcci e rafforzare le rispettive competenze. (SF)

UNA NUOVA STAGIONE DELLA PREVENZIONE

L'INTEGRAZIONE DEI DATI AMBIENTALI, SANITARI E DEMOGRAFICI, LA CAPACITÀ DI VALUTARE GLI IMPATTI SULLA SALUTE E DI COINVOLGERE CITTADINI, ISTITUZIONI E COMUNITÀ SCIENTIFICA SONO I PILASTRI DELLE AZIONI PER PROMUOVERE SALUTE, EQUITÀ E PARTECIPAZIONE. IL PERCORSO ATTUATO TRAMITE GLI INVESTIMENTI DEL PIANO NAZIONALE COMPLEMENTARE AL PNRR.



FOTO: NIKITA KULIKOV - UNSPLASH

“La salute del pianeta è la salute della civiltà umana e lo stato dei sistemi naturali da cui dipende”. È questa la definizione di *Planetary health* della Rockefeller Foundation nel 2015. L'apice di un'evoluzione del concetto di salute che più di altri considera e inquadra, in una visione sistemica, il nesso tra ambiente, clima e salute.

Una *vision* olistica che fa propri i 17 obiettivi dell'Agenda 2030, nella loro dimensione integrata, inclusiva e armonica con gli aspetti sociali ed economici, adottando come obiettivo generale il contrasto alle disuguaglianze. Una visione prospettica tutt'altro che limite o vincolo per lo sviluppo, ma leva di innovazione e competitività su scala locale e globale, con strategie inclusive e nel rispetto degli equilibri ecosistemici. Il recente rapporto *Europe's environment 2025* dell'Agenzia europea dell'ambiente riporta che, nonostante i significativi progressi compiuti nella riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, lo stato generale dell'ambiente in Europa non è buono, soprattutto per quanto riguarda la natura che continua a subire degrado, sfruttamento eccessivo e perdita di biodiversità e per l'accelerazione dei

cambiamenti climatici che rappresentano una sfida urgente.

Il quadro strategico internazionale è già estremamente chiaro sulla necessità di accelerare i percorsi di sostenibilità. In tale contesto va citata la dichiarazione di Budapest del 2023 dei ministri dell'Ambiente e della Salute della regione europea dell'Oms, che prendono atto dell'impatto che le 3 crisi (cambiamento climatico, incremento dell'inquinamento e perdita di diversità biologica) hanno sulla salute pubblica. I ministri sottolineano la necessità di azioni urgenti da mettere in campo.

L'Italia ha assunto un ruolo da protagonista in tale percorso con il Piano nazionale complementare (Pnc) al Pnrr, un importante progetto di riforma istituzionale e infrastrutturale. La presa di coscienza da parte delle istituzioni ha consentito il finanziamento, a supporto della VI area di intervento “Missione salute” del Pnrr del progetto “Salute, ambiente, biodiversità e clima”, attraverso uno stanziamento *ad hoc* del Pnc allo scopo di realizzare all'interno del Servizio sanitario nazionale (Ssn) un nuovo assetto istituzionale, in linea con l'approccio *One health*¹ e *Planetary health*: “È necessario sostenere un ingente sforzo per consentire un adeguamento

della capacità del Paese di far fronte adeguatamente all'impatto sulla salute dei rischi associati a fattori ambientali e climatici. Al fine di ottenere questo ambizioso risultato è necessario potenziare il ruolo e la capacità di *advocacy* del nostro Servizio sanitario nazionale in modo integrato in tutte le azioni intersettoriali (approccio 'salute in tutte le politiche') con particolare attenzione ai co-benefici per la salute delle azioni per il clima e nel supporto allo sviluppo sostenibile, al fine di ottenere una sanità più sicura, equa e vicina alle persone”.

Proprio per questo in Italia è stato istituito il Sistema nazionale prevenzione salute (Snps) da rischi ambientali e climatici con il decreto legge 30 aprile 2022, n. 36, convertito con modificazioni dalla legge 29 giugno 2022, n. 79. Per darne concreta attuazione sono stati costituiti i Sistemi regionali prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici e la Cabina di regia che regola le interazioni tra Snps e il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa). La Cabina di regia, la cui composizione è stata definita con decreto del capo del Dipartimento per il Coordinamento amministrativo della Presidenza del

Consiglio dei ministri, 4 giugno 2024, ha avviato le proprie attività nel successivo mese di luglio con il supporto tecnico, istruttorio e organizzativo del Ministero della Salute.

Al fine di garantire concretezza alle

iniziative sopra esposte, la Cabina di regia si è adoperata al fine dell'adozione del Piano triennale su salute, ambiente, biodiversità e clima, nel quale sono state determinate le aree prioritarie di intervento, in linea con i più recenti

indirizzi comunitari, basandosi su un modello intersettoriale di sviluppo dell'approccio *One health* nella sua evoluzione *Planetary health*, e ha definito obiettivi e sinergie da potenziare al fine dell'attuazione di misure che garantiscano

Ente capofila e nome progetto	Obiettivo generale
Regione Puglia - Messa a punto e valutazione di efficacia di interventi di prevenzione primaria e secondaria per ridurre l'impatto sanitario delle patologie attribuibili all'ambiente e alle disuguaglianze sociali (Sintesi) – v. articolo a pag. 14	Costituire un sistema di sorveglianza permanente ambiente e salute in siti contaminati in cui gli elementi di conoscenza disponibili, sia sul piano ambientale sia epidemiologico, consentano di strutturare interventi mirati per la prevenzione primaria e secondaria di effetti avversi per la salute associati alle contaminazioni, in una prospettiva di contrasto alle disuguaglianze.
Regione Veneto - Valutazione dell'esposizione di popolazione agli inquinanti organici persistenti, metalli e Pfas ed effetti sanitari, con particolare riferimento alle popolazioni più suscettibili (Insineria) – v. articolo a pag. 22	Definire e implementare un approccio comune su tutto il territorio nazionale per la valutazione dell'esposizione della popolazione agli inquinanti organici persistenti, ai metalli e ai Pfas presenti nei Siti di interesse nazionale per le bonifiche, nonché per l'analisi del rischio per la salute umana derivante da tale esposizione
Regione Abruzzo - Acqua, clima e salute: dalla protezione ambientale delle risorse, all'accesso all'acqua, alla sicurezza d'uso (Aces) – v. articolo a pag. 62	Creare una sinergia tra esperti di ambiente e salute, al fine di garantire l'uso e il riutilizzo sicuro e sostenibile delle acque, la sicurezza dell'acqua per fini ricreative e per ogni altra destinazione d'uso umana attraverso la caratterizzazione chimica e microbiologica, degli arenili, delle acque e dei fondali, dei sedimenti e del biota, al fine di stimare la probabilità di un'eventuale esposizione della popolazione a possibili sostanze inquinanti, in aree costiere fortemente antropizzate
Provincia autonoma di Bolzano - Necessità di strategie efficienti di ricambio dell'aria per la salute degli occupanti negli edifici scolastici (Necessaria) – v. articolo a pag. 24	Analizzare il tema della qualità dell'aria nelle scuole italiane, proporre possibili soluzioni tecniche e tecnologiche, classificare e parametrizzare il patrimonio costruito che può fornire casi pilota per operare concretamente al miglioramento della salute degli occupanti
Regione Emilia-Romagna - Aria outdoor e salute: un atlante integrato a supporto delle decisioni e della ricerca – v. articolo a pag. 17	Rendere esigibile la capacità di valutare l'impatto dell'inquinamento dell'aria sulla salute per informare i processi decisionali
Regione Friuli-Venezia Giulia - Valutazione dell'esposizione nei primi 1.000 giorni in coorti di nati in aree a elevata antropizzazione e attuazione di interventi per la riduzione del rischio – v. articolo a pag. 59	Aumentare le conoscenze sul carico di esposizione ambientale in Italia delle donne in gravidanza, dei feti e dei bambini arruolati in coorti di nascita in aree fortemente antropizzate e mettere in atto interventi volti a ridurre il rischio di esposizione a inquinanti ambientali delle donne e dei bambini, promuovendo quindi la salute nel corso della vita
Regione Lazio - Co-benefici di salute ed equità a supporto dei piani di risposta ai cambiamenti climatici in Italia – v. articolo a pag. 38	Accelerare gli sforzi verso il raggiungimento dei target internazionali di sviluppo sostenibile, mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici nelle città italiane, promuovendo un approccio <i>health and equity centered</i> nella pianificazione delle politiche e degli interventi a livello locale, dando priorità a misure <i>evidence-based</i> associate ai maggiori benefici diretti e indiretti in termini di salute, in grado al contempo di ridurre le disuguaglianze sociali e di genere
Regione Lombardia - Monitoraggio abbattimento rischi sanitari inquinamento indoor (Mission) – v. articolo a pag. 28	Sviluppare una strategia di monitoraggio e prevenzione della qualità dell'aria indoor nel contesto scolastico integrata con gli aspetti di efficientamento energetico
Regione Molise - Impatto dei contaminanti ambientali tossici e persistenti di interesse prioritario nei prodotti ittici del mar Mediterraneo. Scenari di esposizione alimentare ed effetti sulla salute umana (Cap-fish) – v. articolo a pag. 46	Mettere a punto di metodiche analitiche adeguate per la corretta identificazione e quantificazione dei contaminanti ambientali tossici approfondendo in quale modo operano i meccanismi di trasferimento dei contaminanti dall'ambiente marino alle diverse specie di pesce
Regione Puglia - Il sistema nazionale per il controllo e la sorveglianza dei <i>chemicals</i> a tutela della salute pubblica – v. articolo a pag. 52	Realizzare un sistema integrato di sorveglianza e controllo sui <i>chemicals</i> per favorire l'interazione e la collaborazione fra Centri antiveleni e Rete dei laboratori di controllo per la condivisione di informazioni, esperienze, procedure e metodologie
Regione Veneto - Valutazione dell'esposizione e della salute secondo l'approccio integrato <i>One health</i> con il coinvolgimento delle comunità residenti in aree a forte pressione ambientale in Italia – v. articolo a pag. 56	Fornire un modello di intervento integrato per Snps e Snpa per caratterizzare lo stato della qualità ambientale, valutare l'esposizione della popolazione agli inquinanti specifici, indagare l'associazione tra fattori di rischio ambientali ed esiti sanitari, misurare gli impatti associati alla contaminazione e agli scenari di bonifica, prevedendo l'attivazione di percorsi partecipativi in ogni fase del processo e strategie di comunicazione del rischio
Regione Calabria - Il buon uso degli spazi verdi e blu per la promozione della salute e del benessere (Vebs) – v. articolo a pag. 64	Promuovere l'uso delle infrastrutture verdi e blu nelle aree urbane e nelle aree protette intra ed extra cittadine, mediante una serie di azioni che supportino lo sviluppo di aree verdi e blu facilmente accessibili, piacevoli e sicure, che possano essere intese come spazi multifunzionali che aiutino la socialità e la coesione di comunità
Regione Campania - Biomonitoraggio di micro e nanoplastiche biodegradabili: dall'ambiente all'uomo in una prospettiva <i>One health</i> (BioPlast4Safe) – v. articolo a pag. 32	Promuovere la ricerca applicata, attraverso approcci multidisciplinari, per lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche e morfologiche, del destino ambientale e umano e dei potenziali effetti tossici di micro- e nano-plastiche derivanti in particolare da polimeri biodegradabili
Regione Lombardia - Sistema gestionale per il benessere e la promozione del <i>total worker health</i> nei luoghi di lavoro (Tlwh) – v. articolo a pag. 42	Costituire una rete della medicina del lavoro italiana per il potenziamento dei sistemi di sorveglianza e rilevazione dei dati sulla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro
Regione Marche - Portale salute ambiente territoriale per la valutazione del rischio integrato (Digisat) – v. articolo a pag. 49	Promuovere l'intercomunicabilità tra le banche dati ambiente-salute allo scopo di ottimizzare la raccolta e l'uso dei dati sanitari e ambientali a supporto dell'attività di analisi e comunicazione dei rischi, secondo un approccio <i>data-driven</i> di gestione del rischio sanitario
Regione Puglia - Sostenibilità per l'ambiente e la salute dei cittadini nelle città portuali in Italia (Salpiam) – v. articolo a pag. 34	Rendere disponibili informazioni sugli inquinanti generati nell'area portuale e sui conseguenti esiti di salute per i cittadini esposti. Il progetto valuterà l'efficacia di interventi di mitigazione esistenti o previsti localmente e sperimenterà interventi innovativi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico

TAB. 1 SALUTE, AMBIENTE, BIODIVERSITÀ E CLIMA

Descrizione dei progetti finanziati dal Pnc (linee di investimento 1.2 e 1.4 del Programma E.I.).

un'effettiva risposta ai problemi sanitari correlati a determinanti ambientali e climatici, individuando le criticità nella sua realizzazione e promuovendo azioni volte al loro superamento.

Il programma è stato redatto coerentemente con il Piano nazionale prevenzione e con il Programma triennale delle attività del Snpa, nonché con gli altri documenti di *policy* nazionali e internazionali.

La costruzione del Snps e dei corrispondenti sistemi regionali rappresenta uno dei passaggi più significativi nella storia recente delle politiche di prevenzione e di sanità pubblica nel nostro Paese.

Questo nuovo assetto può essere realizzato solo attraverso un cambiamento culturale che dovrà essere sostenuto contestualmente da un rafforzamento strutturale e tecnico-scientifico al fine di garantire un adeguato sostegno alla medicina di prossimità.

Il progetto salute, ambiente, biodiversità e clima mira a ricollocare la sanità del nostro Paese adeguandola alle più recenti politiche internazionali, quali l'agenda Onu 2030 e la dichiarazione sottoscritta dai ministri della regione europea dell'Oms, nell'ambito della Settima conferenza interministeriale su ambiente e salute che si è tenuta a Budapest nel luglio del 2023. L'obiettivo primario consiste nel consolidamento delle politiche di promozione della salute tenendo conto dei benefici per la salute derivanti dalle iniziative in atto al fine di migliorare diversi settori, come, ad esempio, la pianificazione urbana, l'energia, i sistemi economico-produttivi, l'energia ecc., in coerenza con il Piano nazionale della prevenzione (Pnp) 2025, nonché con gli altri piani nazionali – tra i più importanti il Piano radon², il Piano nazionale di contrasto all'antibiotico-resistenza (Pncar) 2022-2025³ – e con tutte le strategie in atto al fine di tutelare la qualità dell'aria e le risorse idriche e di ridurre l'inquinamento atmosferico per mitigarne l'effetto sul clima e sulla salute. Il progetto si articola in cinque linee di intervento che mirano, nel loro insieme, all'istituzione e al funzionamento del Snps come nuovo assetto di prevenzione collettiva e sanità pubblica, in linea con l'approccio *One health*, nella più recente evoluzione *Planetary health*, per far fronte efficacemente ai rischi storici ed emergenti di impatti sulla salute di cambiamenti ambientali e climatici.

La prima linea di investimento 1.1 “Rafforzamento complessivo delle



FOTO: MARCELO MACHRY - UNSPLASH

strutture e dei servizi di Snps-Snpa a livello nazionale, regionale e locale, migliorando le infrastrutture, le capacità umane e tecnologiche e la ricerca applicata” consiste in investimenti strutturali per circa 325 milioni di euro destinati al rafforzamento delle strutture che compongono i due sistemi (Snps-Snpa). Va ricordato che circa 66 milioni di euro di questi investimenti hanno dato un significativo contributo alla dotazione finanziaria e operativa del Piano d'azione nazionale per il miglioramento della qualità dell'aria, importante risposta alle procedure di infrazione in corso a carico del nostro Paese.

La linea di investimento 1.2 “Sviluppo e implementazione di due specifici programmi operativi pilota per la definizione di modelli di intervento integrato salute-ambiente-clima in siti contaminati selezionati di interesse nazionale”⁴, con circa 49,5 milioni di euro, si pone l'obiettivo di individuare azioni coordinate su siti contaminati di interesse nazionale nei quali realizzare due programmi pilota attraverso i quali studiare e applicare strategie di prevenzione correlate al contesto ambientale e sociale proprio del territorio, proporre strategie di gestione integrata ambiente e salute, valutando gli effetti dei contaminanti emergenti, proponendo *roadmap* di coordinamento unitario delle misure di prevenzione sanitaria e di decontaminazione dei siti.

La linea di investimento 1.3 “Formazione di livello universitario e programma nazionale di formazione continua in salute-ambiente-clima”, con circa 6,2 milioni di euro, ha come obiettivo la progettazione e l'implementazione di specifici programmi formativi rivolti al personale afferente ai due sistemi (ambiente e salute) al fine di far acquisire le necessarie competenze per assicurare un linguaggio comune alle diverse categorie professionali.

Sono stati programmati 14 corsi di formazione a distanza (Fad-Sabic), organizzati dall'Istituto superiore di sanità con il coinvolgimento di esperti del settore. La piattaforma Eduiss (www.eduiss.it) svolge un ruolo centrale nella formazione a distanza Sabic. I corsi Fad-Sabic sono fruibili in autoapprendimento per favorire l'accesso in autonomia dei partecipanti in base alle proprie disponibilità. Attraverso un approccio che combina elementi propri del *problem-based learning* (Pbl) e della *competency-based education* (Cbe), i partecipanti sono attivamente coinvolti nei percorsi formativi, che prendono avvio da scenari vicini ai loro ambiti di interesse e contesti professionali, per la soluzione di problemi complessi. A oggi si registrano circa 21.000 partecipanti.

La linea di investimento 1.4 “Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche

aree di intervento salute-ambiente-clima” mira all’attuazione di programmi di promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-clima, con una dotazione finanziaria pari a complessivi 21 milioni di euro, da ripartire nel quadriennio 2022-2026, suddivisi tra due aree di intervento: la prima rivolta principalmente al sistema sanitario, la seconda mirata a creare sinergie con altre istituzioni.

Infine, la linea di investimento 1.5 “Piattaforma di rete digitale nazionale Snps-Snpa” prevede l’integrazione dei dati sanitari e ambientali al fine di sviluppare modelli predittivi che consentano di implementare strategie di prevenzione mirate, correlate ai determinanti ambientali e climatici. Il progetto – denominato *Ideah* (*Integrated database for environment and health*) – si pone l’obiettivo di realizzare una piattaforma informativa con i dovuti contenuti informativi, la richiesta accessibilità pubblica e trasparente. Il progetto prevede tra l’altro:

- l’integrazione dei principali flussi sanitari (Sdo, Cedap, registri tumori, pronto soccorso ed emergenza sanitaria, assistenza ambulatoriale e assistenza farmaceutica convenzionata)
- la standardizzazione dei metadati e dei tracciati record
- la disaggregazione comunale e sub-comunale dei dati, nel rispetto del principio di minimizzazione informativa. Gli obiettivi futuri da raggiungere sono chiari: garantire continuità, replicabilità e sostenibilità alle esperienze sviluppate; mettere a valore le competenze maturate nei territori e consolidare le sinergie tra Snps, Snpa e il Servizio sanitario nazionale, affinché le iniziative di prevenzione sanitaria siano correlate ai determinanti ambientali in modo stabile nelle politiche sanitarie.

Anche all’interno del Ministero della Salute si sta lavorando per rafforzare in modo strutturato la capacità di coordinamento e indirizzo in materia di ambiente e salute, integrando le competenze delle Direzioni generali, dei centri di riferimento e delle istituzioni partner in un approccio unitario e orientato all’evidenza scientifica. In questa prospettiva, è prioritario sostenere e accompagnare le attività promosse dai progetti, valorizzando i risultati più significativi, facilitando il trasferimento delle buone pratiche e garantendo un quadro di governance stabile e condiviso

anche per i prossimi anni, nell’ambito del percorso tracciato dal Piano nazionale triennale salute, ambiente, biodiversità e clima.

L’integrazione dei dati ambientali, sanitari e socio-demografici, la capacità di valutare gli impatti sulla salute e di coinvolgere cittadini, istituzioni e comunità scientifica sono i pilastri su cui si costruisce una nuova stagione della prevenzione. Una prevenzione che non guarda solo alla gestione del rischio, ma che promuove salute, equità e partecipazione, riconoscendo il valore delle competenze diffuse e delle esperienze locali.

Il lavoro finora svolto – dalle piattaforme digitali ai modelli di sorveglianza, dalla valutazione d’impatto sanitario alle soluzioni *nature-based* – costituisce un patrimonio prezioso per il futuro Piano nazionale della prevenzione 2026-2030, che dovrà integrare pienamente la dimensione ambiente-salute-clima e tradurre in azioni operative il percorso avviato con il Snps.

Il 25 e 26 marzo 2025 si è svolta, presso il Ministero della salute, la prima conferenza del Snps, strumento permanente di partecipazione e confronto, consultazione e proposta, di cui fanno parte tutti i partecipanti di Snps al fine di avere contezza dello stato di attuazione e implementazione delle norme, nonché per l’individuazione delle soluzioni necessarie a una compiuta realizzazione e integrazione del sistema. Il piano triennale è stato oggetto di confronto tra gli oltre 200 interlocutori istituzionali afferenti sia al Snps sia al Snpa, è stato condiviso con il Coordinamento interregionale prevenzione in seno alla Commissione salute della Conferenza Stato-Regioni e con il Snpa e, a breve, sarà ritrasmesso alla Cabina di regia per la sua adozione definitiva.

Dal confronto tra gli interlocutori istituzionali, si è ravvisata la necessità di supportare e rafforzare l’avvio operativo con almeno due attività trasversali: l’interazione dei sistemi informativi di ambito sanitario e ambientale e la formazione specialistica.

A corredo di quanto suesposto, allo scopo di assicurare una interazione stabile, efficiente ed efficace di Snps e Snpa, anche nelle loro articolazioni territoriali, si ritiene necessario definire strutture regionali incaricate di presidiare l’interazione tra gli enti di ambito sanitario e quelli di ambito ambientale

almeno nelle fasi di pianificazione e programmazione annuale delle attività Srps, definendo la modalità di coinvolgimento delle Agenzie ambientali regionali e delle Province autonome (Arpa/Appa) e delle Direzioni regionali di riferimento. Tale modalità di coinvolgimento dovrà essere definita nel rispetto della consolidata autonomia delle Arpa/Appa.

Il consolidamento della governance di Snps rende necessario anche affrontare alcuni aspetti specifici:

- definire lo standard di personale afferente a Snps/Srps compreso quello impegnato nelle articolazioni locali come i Dipartimenti di prevenzione
- attuare una revisione degli indicatori Lea (livelli essenziali di assistenza) per una migliore descrizione delle attività afferenti alla protezione della salute dai rischi ambientali e climatici
- in base alla revisione dei Lea individuare una proposta di indicatori che possano essere inseriti nel Nuovo sistema di garanzia (Nsg) per la valutazione dei Lea ambiente e salute
- rendere il sistema Lea ambiente e salute integrato e coerente con i Lepta (livelli essenziali delle prestazioni tecniche ambientali).

Irene Sanguin¹, Giuseppe Bortone²

1. Direzione generale dei Corretti stili di vita e dei rapporti con l’ecosistema, Ministero della Salute

2. Direttore Dipartimento Ambiente e salute, Istituto superiore di sanità

NOTE

¹ *One health*: approccio integrato e unificante che mira a bilanciare e ottimizzare in modo sostenibile la salute di persone, animali e ecosistemi. Riconosce che la salute degli esseri umani, degli animali domestici e selvatici, delle piante e dell’ambiente (compresi i loro ecosistemi condivisi) è strettamente interconnessa e dipendente dalle azioni globali, nazionali e locali per affrontare le minacce alla salute.

² Adottato con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 11 gennaio 2024, il Piano nazionale d’azione per il radon 2023-2032 contiene gli obiettivi per affrontare i rischi a lungo termine dell’esposizione al radon nei luoghi di lavoro e nelle abitazioni, in conformità con le disposizioni normative nazionali e comunitarie.

³ Il Piano contiene le linee strategiche e le indicazioni operative per affrontare l’emergenza dell’antimicrobico-resistenza (Amr).

⁴ Modifica sottoposta ad approvazione del Mef.

INTEROPERABILITÀ DEI DATI AMBIENTALI E SANITARI

VERSO UN'INTEGRAZIONE SISTEMICA TRA AMBIENTE E SALUTE A VANTAGGIO DELLA COLLETTIVITÀ: LA PIATTAFORMA DIGITALE IDEAH E LA SFIDA PER IL FUTURO DELLA RETE DEL SISTEMA SANITARIO NAZIONALE E DEL SISTEMA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE, TRA COLLABORAZIONE DELLE RETI, SOSTENIBILITÀ, PRIVACY E SICUREZZA.

L'integrazione tra la protezione dell'ambiente e la prevenzione della salute rappresenta oggi una delle sfide più ambiziose per il Sistema sanitario nazionale e il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa). In questo scenario di necessaria convergenza si inserisce il progetto Ideah (*Integrated database for environment and health*), pilastro tecnologico del Piano nazionale per gli investimenti complementari al Pnrr (Pnc, Investimento 1.5).

Il quadro normativo, delineato dal Dl 36/2022 e dal Dpcm 29 marzo 2023, ha sancito la necessità di una collaborazione strutturale tra il Sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici (Snps) e il Snpa. La piattaforma Ideah nasce proprio con l'obiettivo di superare la storica frammentazione dei dati, creando un'infrastruttura digitale nazionale capace di acquisire, integrare e analizzare flussi informativi eterogenei, con il coordinamento tecnico-scientifico dell'Istituto superiore di sanità (Iss). Il progetto si colloca inoltre nel più ampio quadro regolatorio europeo, che include

l'*European health data space* (Ehds), il regolamento Eu 2025/327 sull'uso secondario dei dati sanitari e la direttiva Inspire per l'infrastruttura di informazione geo-spaziale per scopi ambientali.

Gli obiettivi strategici e la visione del progetto

L'obiettivo primario di Ideah è la realizzazione di una piattaforma di rete digitale nazionale, basata sulle soluzioni di *cloud computing* del Polo strategico nazionale (Tim, Leonardo, Sogei, Cdp), che funga da hub centrale per la ricerca epidemiologica, biostatistica e ambientale. La visione alla base del progetto non è meramente tecnologica, ma strategica. Il primo obiettivo è connettere i sistemi ambientali e sanitari per identificare correlazioni dirette tra esposizione a inquinanti e insorgenza di patologie. A questo si affianca la creazione di un *data lake* nazionale, alimentato da procedure di interoperabilità avanzate con i flussi del nuovo sistema informativo sanitario

(Nsis) e le fonti *open data* ambientali. La piattaforma intende inoltre sviluppare interfacce computazionali che consentano ai ricercatori e agli analisti l'impiego di algoritmi di *machine learning* e analisi biostatistica su larga scala. Infine, si punta a mettere a disposizione di stakeholder, uffici di programmazione e prevenzione e di decisori politici *dashboard* interattive per monitorare l'andamento dei fenomeni e comunicare i rischi in modo tempestivo.

Architettura tecnica e data lake

La realizzazione della piattaforma si articola in quattro fasi logiche fondamentali: censimento e valutazione delle fonti dati, sviluppo delle interfacce di elaborazione, integrazione dei pacchetti applicativi statistici e realizzazione delle procedure di reportistica. Il cuore pulsante del sistema è il *data lake*, un'architettura flessibile alimentata da oltre 60 fonti censite (figura 1), selezionate per rappresentatività territoriale, profondità storica e uniformità delle misure.

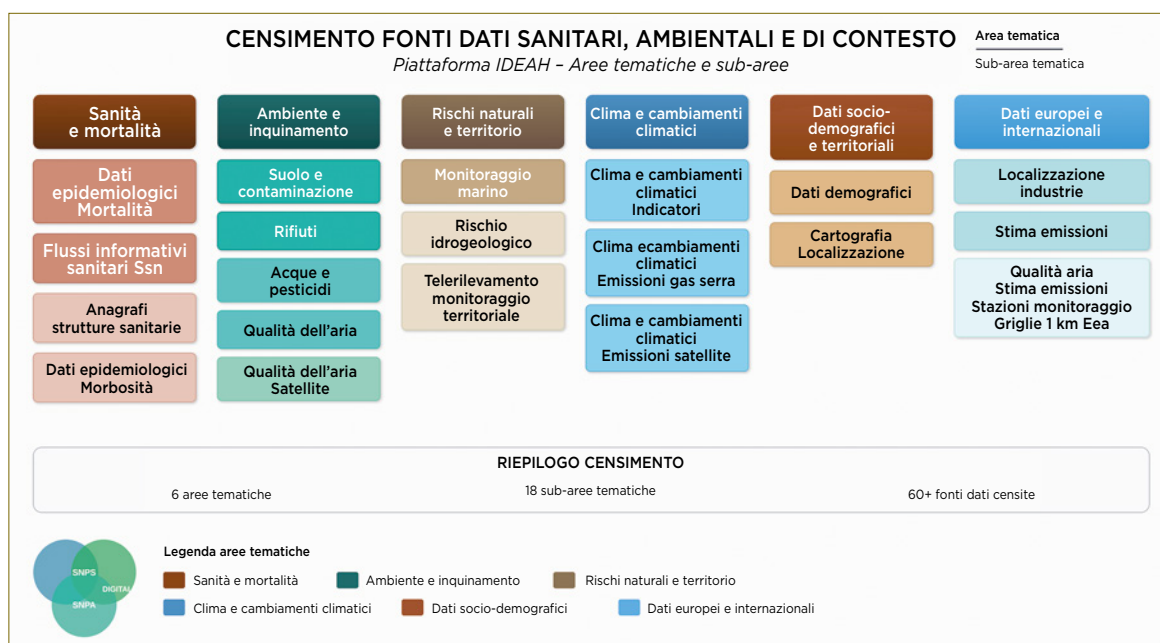


FIG. 1
PIATTAFORMA IDEAH

Censimento delle fonti di dati sanitari ambientali e di contesto.

Le fonti di alimentazione comprendono quattro comparti principali (figura 2). Il comparto sanitario attinge alle statistiche di mortalità Istat e ai flussi informativi del Nsis: dati Emur per gli accessi in pronto soccorso, schede di dimissione ospedaliera (Sdo), specialistica ambulatoriale, assistenza farmaceutica, registro tumori e certificati di assistenza

al parto (Cedap). Il comparto ambientale dialoga con Sinanet (Ispra/Arpa-Appa), acquisendo dati su inquinanti atmosferici, qualità delle acque e del suolo, rifiuti, siti contaminati e stime emissive. Il terzo comparto integra dati satellitari del programma europeo Copernicus (Cams e Land) che forniscono informazioni ad alta risoluzione su qualità dell'aria,

emissioni e uso del suolo, insieme a dati di contesto territoriale quali la localizzazione dei siti industriali, i dati sociodemografici e quelli di geo-localizzazione. Infine, il comparto *big data* include flussi informativi da sensori Iot e fonti media, utili per il monitoraggio in tempo reale e l'analisi della percezione del rischio.

FIG. 2
ARCHITETTURA
DELLE FONTI DATI

Integrazione tra flussi sanitari Nsis, dati ambientali Sinanet, dati satellitari e open data.

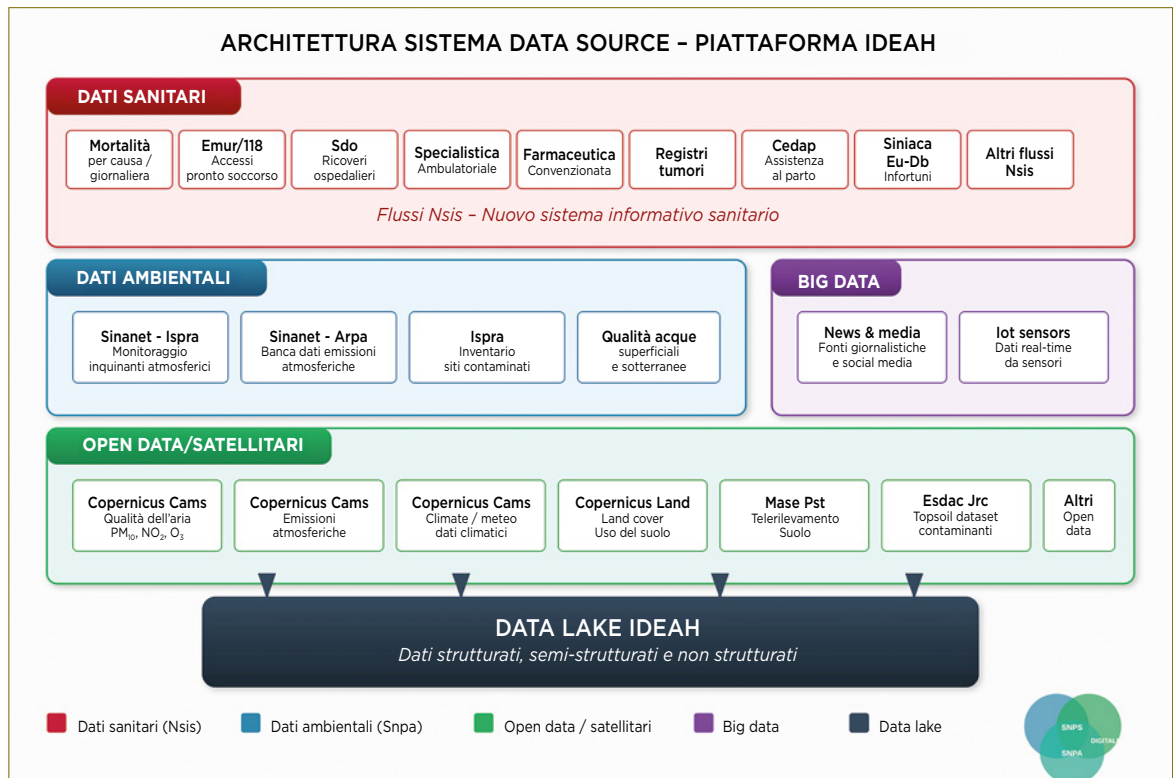
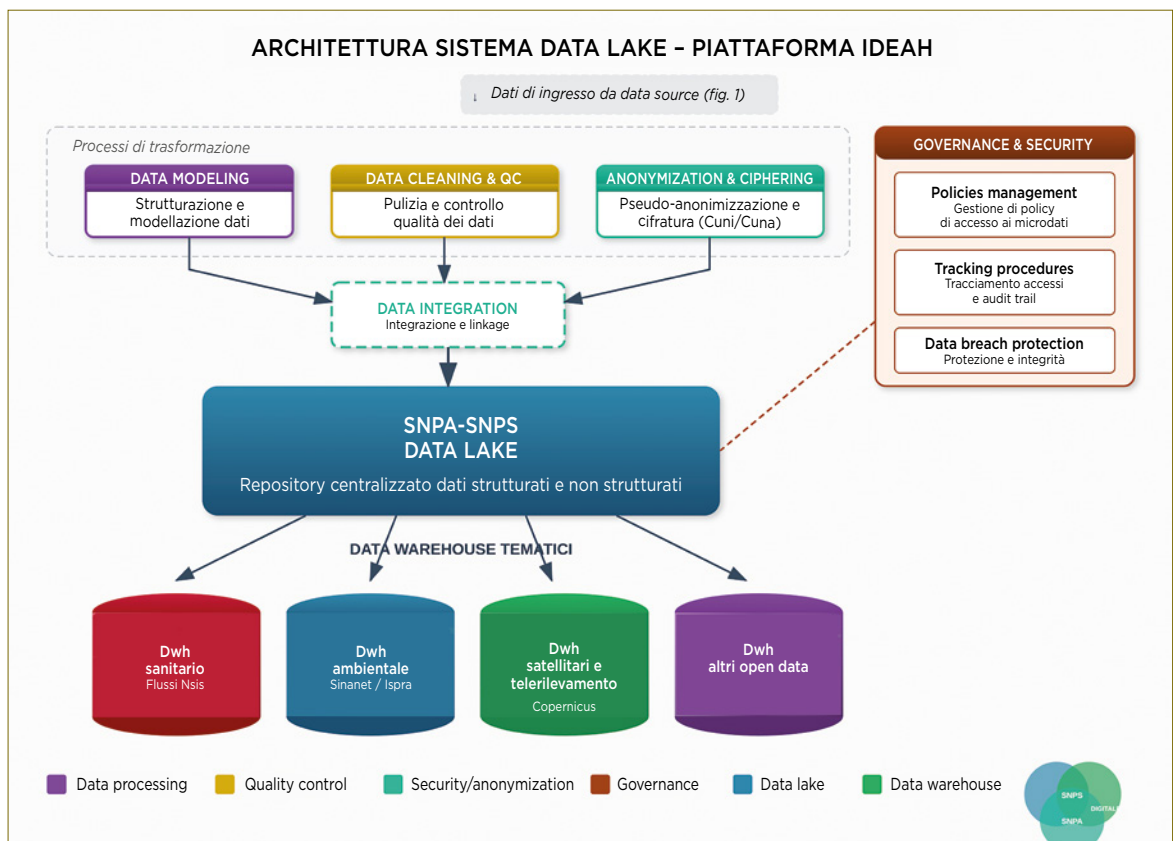


FIG. 3
ARCHITETTURA
DEL DATA LAKE

Processi di data modeling, quality control, anonimizzazione e gestione delle policy di accesso ai data warehouse tematici.



L'architettura tecnica si basa su microservizi specializzati: il *ms-Ispra-adapter* raccoglie dati sugli inquinanti atmosferici dalle Api di Ispra; il *ms-Copernicus-adapter* interroga i sistemi satellitari europei per rilevazioni orarie su PM₁₀, NO₂, O₃ ecc.; il *ms-Ideah-storage* riceve i dati da tutti gli adapter e li organizza nel *data lake* in modo coerente, applicando logiche di ordinamento per area geografica, sorgente, variabile e frequenza. I dati acquisiti vengono quindi sottoposti a processi di *data modeling*, *quality control* e anonimizzazione prima di essere distribuiti nei *data warehouse* tematici (figura 3).

Interoperabilità, sicurezza e privacy

La costruzione di un sistema così vasto comporta sfide significative. La necessità di armonizzare formati di dati eterogenei provenienti da diverse fonti regionali, nazionali e internazionali richiede procedure di *data cleaning*, *quality control* e protezione dei dati estremamente rigorose. È stato costituito un tavolo tecnico comprendente Iss, Polo strategico nazionale e consulenti specializzati (Università La Sapienza-Dipartimento di Ingegneria informatica automatica e gestionale, Scudomed, We-

Com) che ha definito i principi cardine delle procedure di trattamento dei dati e le *policy* d'accesso alle risorse della piattaforma.

Trattandosi di dati sanitari sensibili, la piattaforma adotta criteri di sicurezza allo stato dell'arte. I dati individuali non sono mai accessibili in chiaro: si utilizzano codici univoci non invertibili, come il Cuni (codice unico non invertibile) e il Cuna (codice univoco nazionale dell'assistito), per permettere l'interconnessione tra i flussi senza identificare il paziente. Gli uffici di prevenzione e gli analisti potranno accedere esclusivamente ai metadati

FIG. 4
SISTEMA DI
IDENTITY ACCESS
MANAGEMENT

Autenticazione federata Spid/Cie, assegnazione di ruoli e policy di accesso alle risorse dati.

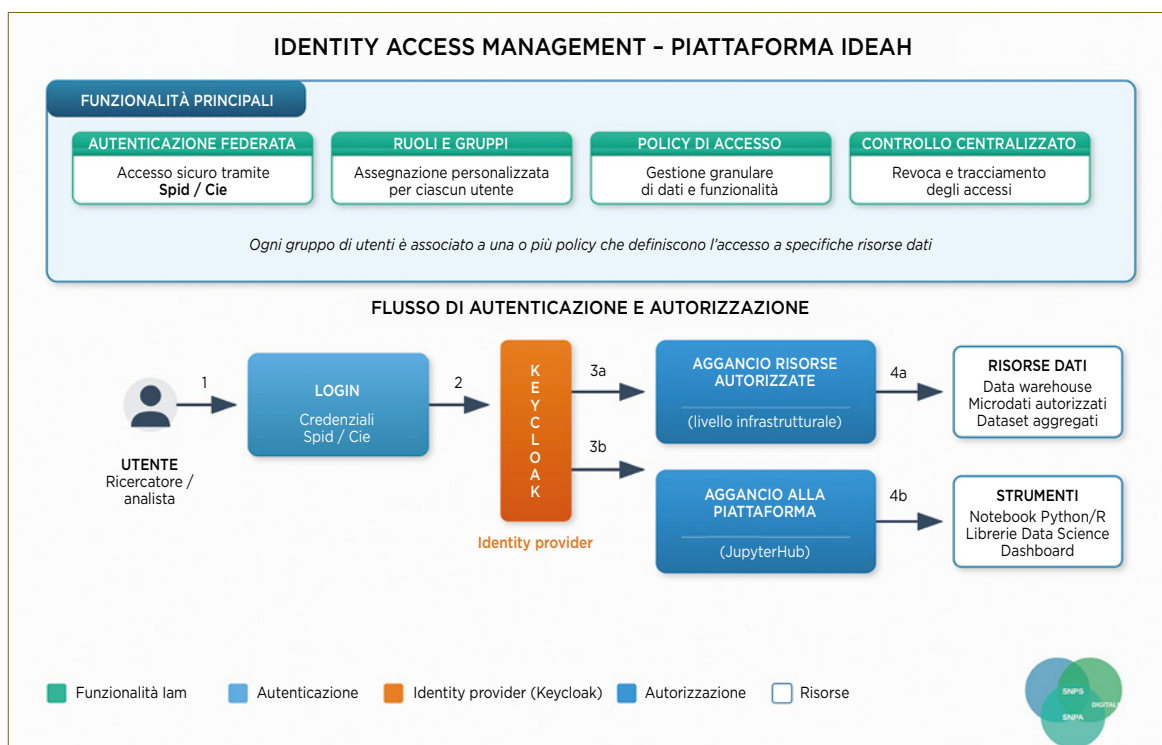
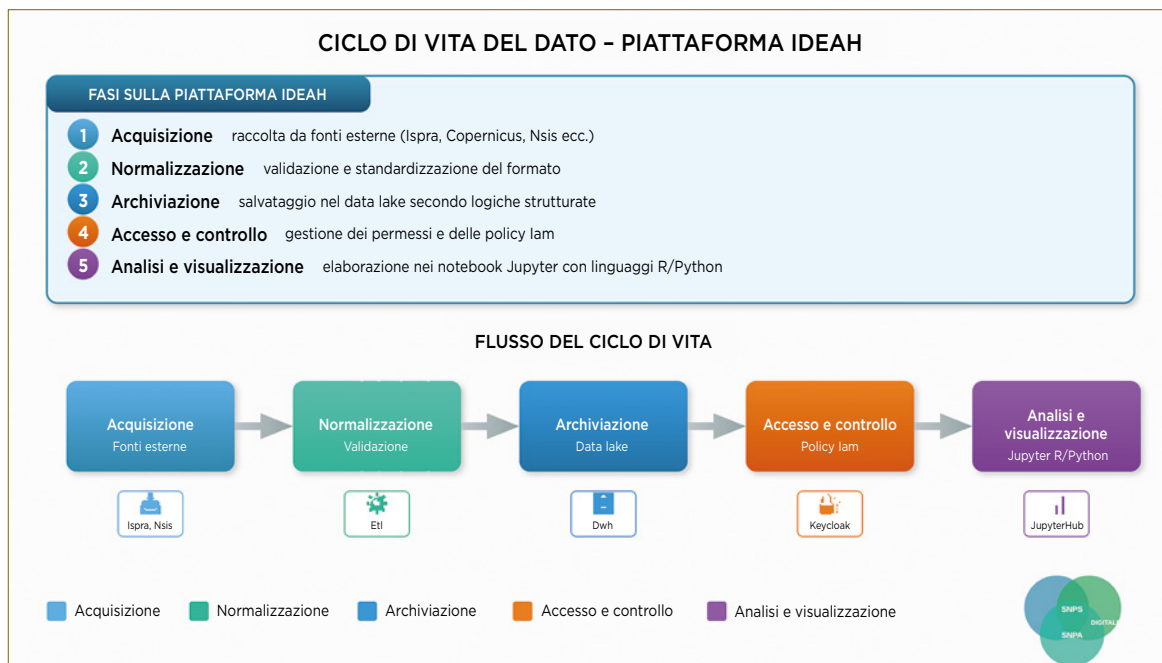


FIG. 5
CICLO DI VITA
DEL DATO SULLA
PIATTAFORMA IDEAH

Acquisizione, normalizzazione, archiviazione, controllo accessi, analisi e visualizzazione.



necessari per le finalità di analisi, con tracciamento rigoroso di ogni procedura di accesso e criterio di minimizzazione informativa (figura 4).

Un esempio concreto di questa complessità è l'analisi dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'asma infantile. Sono state messe a punto delle *query* di test per incrociare i dati delle sezioni censuarie Istat (domicilio del paziente) con i flussi Emur, le Sdo e l'assistenza farmaceutica, filtrando per codici diagnostici Icd-9-Cm specifici e stagionalità mensile e oraria di assistenza, garantendo la massima riservatezza tramite cifratura e pseudo-anonimizzazione.

Verso lo spazio europeo dei dati sanitari

Il ciclo di vita del dato sulla piattaforma Ideah si completa con la fase di analisi e visualizzazione (figura 5). La piattaforma computazionale JupyterHub, già integrata nel sistema, consente la creazione di notebook interattivi combinando codice eseguibile in Python, R e Sql. Sono state testate librerie per *data science* (ad esempio Pandas, NumPy, Scikit-learn, TensorFlow), per l'epidemiologia (tra cui zEpid, EpiPy, surveillance, EnvStats) e per l'analisi geospaziale (come Geopandas, netCDF4, leaflet). Tra gli sviluppi previsti figura anche l'integrazione di pacchetti applicativi statistici proprietari, tra quelli a maggior diffusione, in configurazione

multiprocessore, che sono in fase di test. Inoltre, sono in fase d'implementazione strumenti di *dashboard* sia mediante l'uso di librerie di Python e R, sia mediante pacchetti applicativi *open source*, quale Apache Superset, o proprietari. Il progetto punta ad allinearsi con le direttive dello *European health data space* (Ehds), rendendo l'Italia un nodo centrale della rete HealthData@EU. Tra i possibili sviluppi futuri: l'implementazione di modelli predittivi di *epidemic intelligence* per l'allerta precoce su eventi sentinella legati a cambiamenti climatici; l'esplorazione dell'uso di *big data* da sensori per le misure d'esposizione e social media per monitorare la percezione del rischio; lo sviluppo di strumenti di *data storytelling* che permettano ai cittadini di consultare indicatori di salute e ambiente del proprio territorio in modo semplice e trasparente.

Conclusioni

La piattaforma Ideah rappresenta un passo fondamentale verso una gestione moderna e integrata della sanità pubblica. Superando la logica dei silos informativi, il progetto dota il sistema Snpa-Snps di uno strumento potente per comprendere i legami profondi tra la salute dell'ecosistema e quella dell'uomo. La sfida futura sarà garantire la sostenibilità di questa infrastruttura e la sua capacità di adattarsi alle rapide evoluzioni tecnologiche, mantenendo sempre al centro la sicurezza dei dati e il beneficio per la collettività.

Alessio Pitidis, Anna Carannante, Cecilia Fazio, Marco Giustini

Dipartimento Ambiente e salute,
Istituto superiore di sanità

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFIA

Filippini T., Mecella M., Pitidis A., Giustini M., de Luzi F., Bianchini F., Macrì M., Marras M., Landi R., Vinceti M., "Ideah - Integrated database for environment and hHealth", *Eur J Public Health*, 2025 Oct 27, 35(Suppl 4), ckaf161.1349.doi: 10.1093/eurpub/ckaf161.1349. PMID: PMC12556613.

Harby A.A., Zulkernine F., 2025, "Data Lakehouse: A survey and experimental study", *Information Systems*, 127, 102460.

www.agendadigitale.eu/sanita/sistema-ideah-unire-salute-e-ambiente-per-prevenire-rischi/

<https://jupyter.org/hub>

www.snambiente.it/attivita/sistema-informativo-nazionale-ambientale/

www.copernicus.eu/en

<https://code.europa.eu/healthdataeu>

https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/legislation/inspire-directive_en



IMMAGINE C. SCHNEIDER - UNSPLASH

SORVEGLIANZA AMBIENTE E SALUTE NEI SITI CONTAMINATI

IL PROGETTO SINTESI HA L'OBIETTIVO DI SVILUPPARE UN MODELLO NAZIONALE DI INTERVENTO INTEGRATO AMBIENTE-SALUTE-CLIMA NEI SIN DI 14 REGIONI ATTRAVERSO UNA RETE DI OLTRE 250 OPERATORI, CON METODI, PROTOCOLLI OPERATIVI E STRUMENTI STANDARDIZZATI DA IMPIEGARE NELLE AREE INTERESSATE SULLA BASE DELLE SPECIFICITÀ TERRITORIALI

Nell'ambito del Programma E.1 Salute, ambiente, biodiversità e clima, la Linea di investimento 1.2 "Sviluppo e implementazione di due specifici programmi operativi pilota per la definizione di modelli di intervento integrato salute-ambiente e clima in siti contaminati di interesse nazionale" prevede un finanziamento di 49.511.000 euro in favore della creazione di due modelli di intervento nei siti di interesse nazionale per le bonifiche (Sin), uno orientato allo sviluppo di un sistema di sorveglianza permanente e di prevenzione primaria e secondaria, l'altro alla valutazione dell'esposizione della popolazione a inquinanti di interesse sanitario, quali metalli pesanti e Pfas. Le due proposte sono state sviluppate attraverso un inedito processo partecipato tra l'ufficio IV della ex Direzione generale della prevenzione del Ministero della Salute e le Regioni.

Il primo modello, la "Messa a punto e valutazione di efficacia di interventi di prevenzione primaria e secondaria per ridurre l'impatto sanitario delle

patologie attribuibili all'ambiente e le disuguaglianze sociali" è stato sviluppato nel progetto Sintesi, di cui è capofila Regione Puglia con il Sin di Taranto, con un totale di 14 Regioni coinvolte e 22 Sin interessati, attraverso un'aggregazione multidisciplinare e interistituzionale di ampia scala.

La finalità generale del progetto è la costruzione di un sistema permanente di sorveglianza ambiente e salute nei Sin, che si propone di integrare dati, evidenze scientifiche, ricerca epidemiologica, strumenti di valutazione preventiva degli impatti sanitari e interventi di prevenzione e promozione della salute, in un'ottica di riduzione delle disuguaglianze sociali e territoriali.

Un approccio di sistema

I Sin sono territori caratterizzati da storie pluridecennali di contaminazione ambientale, spesso con un'eredità industriale complessa che coinvolge



matrici ambientali (suolo, acque e aria) e dinamiche socio-economiche.

L'esposizione cronica a inquinanti ambientali si associa in molti di questi contesti a condizioni socio-economiche fragili, disallineamento nell'accesso ai servizi sanitari, sfiducia nelle istituzioni e una distribuzione iniqua dei rischi, che configura un quadro di vulnerabilità territoriale.

Il profilo di salute delle popolazioni che vi risiedono è, in molte situazioni, compromesso, anche per effetto del ruolo delle disuguaglianze sociali nell'aumentare il rischio di stili di vita insalubri e ridotto accesso alle cure e ai servizi sanitari.

Per queste ragioni, i Sin rappresentano contesti prioritari di intervento per la sanità pubblica, dove è necessario strutturare un approccio di sistema che superi la frammentazione delle conoscenze e la tradizionale separazione tra ambiti ambientali e sanitari. Nato nel solco dell'esperienza dello studio Sentieri, Sintesi intende raccogliere e ricomporre in una visione integrata i dati ambientali e sanitari per promuovere la ricerca sull'associazione tra fattori di rischio ambientali e salute e trasformare la conoscenza in azione: disegnare interventi di prevenzione, ridurre le disuguaglianze, migliorare la qualità dell'ambiente e della vita delle comunità che vivono nei territori più fragili, costruire prove di efficacia delle azioni realizzate per poter estendere e replicare il modello in tutti i Sin italiani.



FIG. 1 IL MODELLO DEL PROGETTO SINTESI

Capofila è la Regione Puglia con il Sin di Taranto. In totale sono 14 le regioni e 22 i Sin interessati.

Obiettivi generali

L'obiettivo generale del progetto è sviluppare un modello nazionale di intervento integrato ambiente-salute-clima nei siti contaminati, fondato su quattro assi strategici:

- produzione, consolidamento e integrazione di conoscenze ambientali, epidemiologiche e socio-economiche
 - messa a punto di strumenti per la valutazione preventiva degli impatti sanitari a supporto della riqualificazione dei territori
 - sperimentazione di interventi di prevenzione primaria e secondaria, con percorsi di sorveglianza sanitaria attiva per la promozione della salute e la presa in carico dei bisogni specifici delle popolazioni residenti nelle aree contaminate
 - rafforzamento della governance intersettoriale, attraverso strumenti di valutazione, partecipazione pubblica e raccordo tra istituzioni e comunità. L'obiettivo è partire dai dati per creare connessioni tra le istituzioni e con le comunità locali per mettere a punto strumenti a supporto dei processi decisionali nelle aree a elevata pressione ambientale e disegnare una rete di servizi di prevenzione e cura in base al profilo epidemiologico e di contesto dei singoli territori.
- Per fare ciò sono stati individuati 9 obiettivi trasversali, che generano 27 linee intervento, finalizzate a mettere a punto, attraverso una rete di oltre 250 operatori delle regioni coinvolte, metodi, protocolli operativi, strumenti standardizzati da impiegare in ciascuna delle aree interessate sulla base delle specificità territoriali.
- Il modello proposto da Sintesi prosegue intendendo quindi:
- raccogliere, integrare e rendere disponibili tutti i dati ambientali, sanitari e di contesto che riguardano i Sin (obiettivo 1 e obiettivo 5)
 - consolidare gli strumenti di sorveglianza epidemiologica (obiettivo 2) e promuovere la ricerca sull'associazione tra fattori di rischio ambientali e salute (obiettivo 3), considerando il ruolo delle disuguaglianze (obiettivo 4)
 - sviluppare strumenti per la valutazione preventiva degli impatti sanitari nelle aree contaminate (obiettivo 7)
 - disegnare un modello di intervento (obiettivo 8) per: realizzare interventi di prevenzione primaria, tesi alla rimozione/riduzione dei fattori di rischio individuali, di contesto, ambientali; condurre interventi di promozione della salute, fondati sulle evidenze scientifiche;

analizzare l'efficacia della rete dei servizi sanitari e proporre adeguamenti per cogliere e soddisfare gli specifici bisogni di salute della popolazione, contrastando le disuguaglianze

- favorire la partecipazione attiva dei cittadini nei processi di risanamento e di riorganizzazione dell'assetto della rete assistenziale nelle aree contaminate (obiettivo 6)
- individuare le condizioni di trasferibilità e replicabilità delle azioni messe in campo (obiettivo 9).

La centralità delle evidenze per la programmazione e la comunicazione

Nel progetto Sintesi, i Sin diventano un laboratorio per trasformare la conoscenza in azione e sperimentare operativamente e in una visione integrata i principi del Piano nazionale della prevenzione, del Sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici (Snps) e della relazione funzionale con il Sistema nazionale di protezione ambientale (Snpa), della sanità di iniziativa e di prossimità rilanciata dal decreto ministeriale 77/2022 sull'assistenza territoriale, della ricerca e dell'innovazione applicate a prospettive di sviluppo equo e inclusivo.

In generale, i Sin possono quindi rappresentare il contesto in cui concentrarsi per raccogliere la sfida di costruire un'integrazione stabile tra il mondo della sanità pubblica e della tutela ambientale con la programmazione dell'assistenza sanitaria, affinché la rete dei servizi sia disegnata per rispondere agli specifici bisogni di salute espressi da ciascuna comunità, a partire dagli interventi di prevenzione primaria, rivolti alla rimozione e riduzione dei fattori di rischio ambientali, individuali e di contesto.

Lo spazio operativo dell'integrazione è rappresentato dal portale web di progetto, costruito sia per la restituzione documentale delle attività in corso, in una logica di trasparenza e *accountability*, sia per ricomporre le conoscenze disponibili in campo ambientale e sanitario, nelle schede Sin.

A questo scopo, sono stati selezionati indicatori per 4 ambiti:

- indicatori demografici, socio-economici e di contesto
- indicatori di pressione ambientale, di stato di qualità delle matrici ambientali, di avanzamento delle bonifiche
- indicatori di stato di salute della popolazione (mortalità, ospedalizzazione,

incidenza dei tumori, prevalenza di malformazioni congenite e sorveglianze di popolazione)

- indicatori circa l'assistenza sanitaria (descrizione della rete dei servizi, adeguatezza rispetto ai bisogni, qualità e accessibilità)

A partire dai dati, è possibile non solo programmare gli interventi prioritari ma anche monitorarne gli impatti, sui diversi ambiti esplorati.

Inoltre, con la collaborazione del centro di documentazione Dors, è stata realizzata un'analisi della letteratura scientifica per individuare le prove di efficacia dei possibili interventi tesi a migliorare la salute della popolazione, per orientare la messa a punto delle azioni promosse nei diversi territori nell'ambito del progetto.

La governance di progetto

Per ciascun obiettivo e sotto-obiettivo è stato individuato un gruppo di lavoro formato da operatori di tutte le regioni coinvolte nella progettazione e nella realizzazione delle attività previste, coordinato da un referente che guida il disegno e assicura il monitoraggio delle attività, con l'obiettivo di mettere a disposizione metodi, protocolli e strumenti condivisi, a partire dalle esperienze e buone prassi già condotte nelle diverse realtà regionali.

Per la messa a punto dei metodi e dei protocolli, sono stati creati gruppi di lavoro multidisciplinari costituiti da operatori del Servizio sanitario nazionale, delle Arpa/Appa, di università e centri di ricerca

La governance di progetto è affidata a tre organismi:

- comitato di coordinamento, costituito dai responsabili scientifici di ogni regione coinvolta, che monitora lo stato di avanzamento degli interventi nei territori e si interfaccia con il Ministero della Salute, anche per raccordarsi con progetti, piani e programmi in corso, in particolare finanziati dal Piano nazionale complementare
- cabina di regia, costituita dai coordinatori degli obiettivi e dei sotto-obiettivi, per favorire la sinergia tra le diverse iniziative progettate
- comitato degli esperti, individuati individuato tra figure di rilievo nazionale e internazionale sulle tematiche oggetto del programma, con funzioni di supporto, monitoraggio e valutazione della progettazione ed esecuzione degli interventi

Vincoli e prospettive

Il complesso degli obiettivi generali e specifici delineati rende conto dello sforzo di definire una strategia nazionale di intervento in aree territoriali segnate da storie decennali di contaminazione delle matrici ambientali che da un lato hanno modificato il profilo di salute delle comunità, dall'altro hanno determinato condizioni di incertezza rispetto alle reali prospettive di riqualificazione, scatenando spesso situazioni di conflitto, anche a causa dell'aggravarsi delle disuguaglianze sociali e dello svantaggio economico.

La complessità nel disegnare un programma di questa natura è legata all'eterogeneità dei siti partecipanti, alla peculiarità delle pressioni ambientali e sociali, alla specificità dello stato di avanzamento delle bonifiche, delle azioni di risanamento e del contesto socio-economico di riferimento, del grado di conoscenza sulle esposizioni e sui loro effetti sanitari ma anche di organizzazione

dei servizi sanitari, di modello di offerta delle prestazioni e di accesso alle stesse. Questa complessità si accompagna anche alla molteplicità di attori e di competenze da coinvolgere per superare la frammentazione delle conoscenze e delle responsabilità per la composizione di un modello di intervento i cui effetti non si esauriscano entro il periodo della sperimentazione: per fare ciò sarà necessario analizzare e riorganizzare anche percorsi normativi e regolamentari che facilitino il percorso di costruzione delle conoscenze e la trasparente circolazione delle informazioni ma anche quelli di intervento, sia ambientale sia sanitario. Questo richiede una sistematizzazione delle criticità di sistema – ad esempio sul tema dei processi decisionali che influenzano la salute, e in particolare del ruolo delle evidenze scientifiche a supporto delle decisioni, ma anche sull'effettiva presa in carico delle comunità vulnerabili (sin dalla stima del bisogno di salute e di come questo si traduce operativamente in servizi

appropriati per dimensione, tipologia e modelli organizzativi): la possibilità di sperimentare in determinati territori alcune soluzioni, accompagnate da sistemi di valutazione della loro efficacia, dovrebbe consentire di selezionare le strategie e le modalità di intervento maggiormente promettenti per tradurle in funzioni e prestazioni ordinarie del sistema integrato Snps-Snpa.

Il ruolo delle istituzioni centrali, in particolare del Ministero della Salute, sarà fondamentale in questo, anche per aprire e mantenere un canale di comunicazione costante tra le diverse articolazioni dell'ente (programmazione, sistemi informativi), con gli altri ministeri coinvolti (Mase, Mef, Sviluppo economico) e con le commissioni competenti della Conferenza Stato-Regioni.

Lucia Bisceglia

Area Epidemiologia e care intelligence, Aress Puglia (Agenzia strategica regionale per la salute e il sociale)

IL RUOLO DI ARPA BASILICATA E ARPAE EMILIA-ROMAGNA

Arpa Basilicata

Il quadro normativo europeo e nazionale, Dlgs. 104/2017 (direttiva 2014/52/Ue) fornisce una visione non più scindibile, anche a livello procedurale, del binomio salute-ambiente e supporta la necessità di integrare le conoscenze ambientali e sanitarie dei territori sottoposti a pressioni ambientali. Nel 2021, Arpa Basilicata ha istituito il Servizio tecnico ambiente e salute con l'obiettivo di supportare la valutazione delle relazioni tra l'ambiente e la salute umana, analizzando gli effetti dell'inquinamento, naturale o antropico e altri fattori ambientali sul benessere della popolazione. In questo contesto si inserisce la partecipazione della Regione Basilicata e dell'Arpab al progetto Sintesi, finalizzato a sviluppare un sistema permanente di sorveglianza ambiente-salute nei Siti di interesse nazionale (Sin) della Basilicata, per prevenire effetti avversi e ridurre le disuguaglianze sanitarie e ambientali. Sebbene Arpab collabori al raggiungimento di tutti gli obiettivi progettuali, le principali attività si sono concentrate su:

- obiettivo 1 "Ricognizione dei dati disponibili": analisi degli indicatori socio-economici, dati anagrafici e delle pressioni ambientali dei Sin lucani, inclusi impianti soggetti ad autorizzazione Aia, procedimenti ambientali, dati di monitoraggio, contaminazioni ambientali e lo stato delle bonifiche
- obiettivo 7 "Vis di area e scenari di risanamento e riduzione dell'esposizione, anche rispetto ai differenziali sociali": sviluppo di una metodologia per valutare l'impatto degli interventi di risanamento e supportare la pianificazione delle aree contaminate. In collaborazione con l'Università di Padova, Arpab partecipa a un percorso formativo e operativo per acquisire competenze autonome nella realizzazione delle Vis e Vias nei Sin, comprendente formazione metodologica, tutoraggio, analisi del rischio, approcci integrati ambiente-salute ed esercitazioni pratiche con dati reali, producendo rapporti tecnici e linee guida operative.

L'iniziativa rafforza le competenze tecnico-scientifiche dei professionisti Arpab e consolida un modello replicabile di valutazione integrata ambiente-salute a livello regionale, in linea con gli obiettivi del progetto Sintesi e della strategia nazionale di tutela ambientale e sanitaria.

(A cura di Rosanna Cifarelli, responsabile scientifica regionale progetto Sintesi, responsabile Ufficio Ambiente e salute, Arpab)

Arpae Emilia-Romagna

Arpae è impegnata in diverse attività legate alla realizzazione dell'obiettivo 1 sulla "Ricognizione dei dati disponibili" e l'elaborazione di report sull'andamento temporale dei dati di contaminazione delle diverse matrici ambientali, sulla evoluzione storica, perimetrazione e stato di avanzamento delle bonifiche per i Sin della regione Emilia-Romagna (Sin Fidenza e Sin Etr Officine grandi riparazioni Bologna). Ha effettuato il calcolo a livello comunale, per tutti i Sin di progetto, di indicatori concordati di qualità dell'aria, uso del suolo e biodiversità. Ha coordinato il gruppo di lavoro per la definizione dei metodi per la valutazione dell'esposizione della popolazione interessata dai Sin, effettuando una ricognizione dei dati di esposizione di popolazione disponibili per ciascuno dei siti definendo gli strumenti per la raccolta e la loro rappresentazione. Ha prodotto una scheda di raccolta dati comune per tutti i siti contaminati per la registrazione delle informazioni disponibili utili alla definizione dell'esposizione, comprendendo i dati ambientali disponibili per la matrice aria (inquinanti convenzionali), indicatori urbani e di popolazione disponibili per la caratterizzazione del territorio su cui insistono i Sin. Ha effettuato la ricognizione dei dati di esposizione di popolazione disponibili per i Sin di Fidenza e Bologna (ricognizione delle mappe di concentrazione modellistica di inquinanti in aria disponibili a livello nazionale e regionale, ricognizione delle campagne di misura *ad hoc* nell'intorno dei Sin e dei modelli di esposizione nazionale e locale). In relazione a tali attività di raccolta dati, Arpae si raccorda coi referenti dell'obiettivo 5 per definire i criteri e i contenuti minimi del portale web nella fase di progettazione dello stesso.

Arpae è coinvolta anche nelle attività dell'obiettivo 7, fornendo un contributo metodologico all'applicazione della Vis nei siti interessati dalle bonifiche e partecipando alle attività di evoluzione dell'applicativo di analisi di rischio sanitario-ambientale RiskNet. Compito di Arpae è anche garantire il raccordo operativo con le attività del progetto Pnc13 Digisat, al fine di ottimizzare le attività di reperimento e organizzazione dei dati ambientali e socio-demografici e dello sviluppo degli applicativi di valutazione di impatto sanitario.

ARIA E SALUTE: UN ATLANTE PER LE DECISIONI E LA RICERCA

L'ATLANTE ARIA E SALUTE È UN PROGETTO NAZIONALE CHE MIRA A SUPPORTARE I PROCESSI DECISIONALI ISTITUZIONALI E FAVORIRE UNA MAGGIORE CONSAPEVOLEZZA PUBBLICA FORNENDO UNO STRUMENTO PER VALUTARE L'IMPATTO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO SULLA SALUTE, CON DATI CONSOLIDATI E OMOGENEI IN TUTTA L'ITALIA

L'Italia subisce sistematicamente procedure di infrazione da parte della Commissione europea per il superamento dei livelli di inquinanti atmosferici in alcune aree del Paese dove si concentrano diverse fonti di emissioni e pressioni, per lo più antropiche, che hanno un impatto sulla qualità dell'aria: la forte urbanizzazione, le emissioni da industrie, allevamenti e agricoltura, la combustione di biomasse e la presenza di nodi e infrastrutture per i trasporti e la logistica [1]. Nell'ambito del miglioramento della qualità dell'aria e della mitigazione degli effetti dell'inquinamento sulla salute, la disponibilità delle informazioni e una loro efficace comunicazione sono elementi necessari per una pianificazione dello sviluppo del territorio e delle misure di miglioramento basata su conoscenze e livelli di priorità adeguati e condivisi [2, 3]. Il sistema attualmente manca di strumenti e meccanismi di governance regionale e nazionale che siano in grado di garantire nel momento giusto e alla scala adeguata la produzione di informazioni aggiornate di alta qualità sull'esposizione, sugli interventi, sugli esiti sanitari e sulle possibili relazioni causali fra questi elementi [4]. L'elaborazione di queste informazioni nonché la loro comunicazione e condivisione con i decisori politici e con la cittadinanza sono strategiche per la programmazione della prevenzione sanitaria e del territorio [5, 6]. Il progetto "Atlante aria e salute: uno strumento a supporto delle decisioni della ricerca" coinvolge 26 enti in 10 regioni (figura 1) ed è stato finanziato dal Ministero della Salute nell'ambito dell'investimento E.1 "Salute-ambiente-biodiversità clima" del Piano nazionale investimenti complementari al Pnrr (Pnc), tramite accordo di collaborazione sottoscritto tra il Ministero della salute e la Regione Emilia-Romagna. Il progetto vuole rispondere a questa esigenza con un atlante di copertura nazionale, costruito con dati consolidati e omogenei per tutto il paese, a cui si aggiungono

delle articolazioni regionali con approfondimenti basati su dati disponibili solo a un livello più locale.

Obiettivi

L'obiettivo dell'Atlante è supportare i processi decisionali aumentando la capacità di valutare l'impatto dell'inquinamento dell'aria sulla salute. Il progetto si articola in sei obiettivi specifici (figura 2). Il primo è la costruzione di cabine di regia per la governance e l'uso dei dati messi a disposizione dall'Atlante. Le cabine di regia includono tecnici e decisori

e si propongono come strumento d'integrazione del Sistema nazionale prevenzione salute (Snps) con il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa). L'obiettivo 2 è la costruzione dell'Atlante nazionale e di almeno tre declinazioni regionali. L'Atlante mostra la frazione di esiti sanitari attribuibile all'esposizione a inquinanti ambientali per cui il nesso causale sia accertato e quantificato dalla letteratura internazionale, e siano disponibili dati validi su tutto il territorio nazionale. Si possono stimare i casi attribuibili in differenti scenari futuri di inquinamento. Gli obiettivi 3, 4 e 5 rappresentano l'area di ricerca e sviluppo dell'Atlante: l'obiettivo 3 indaga possibili outcome

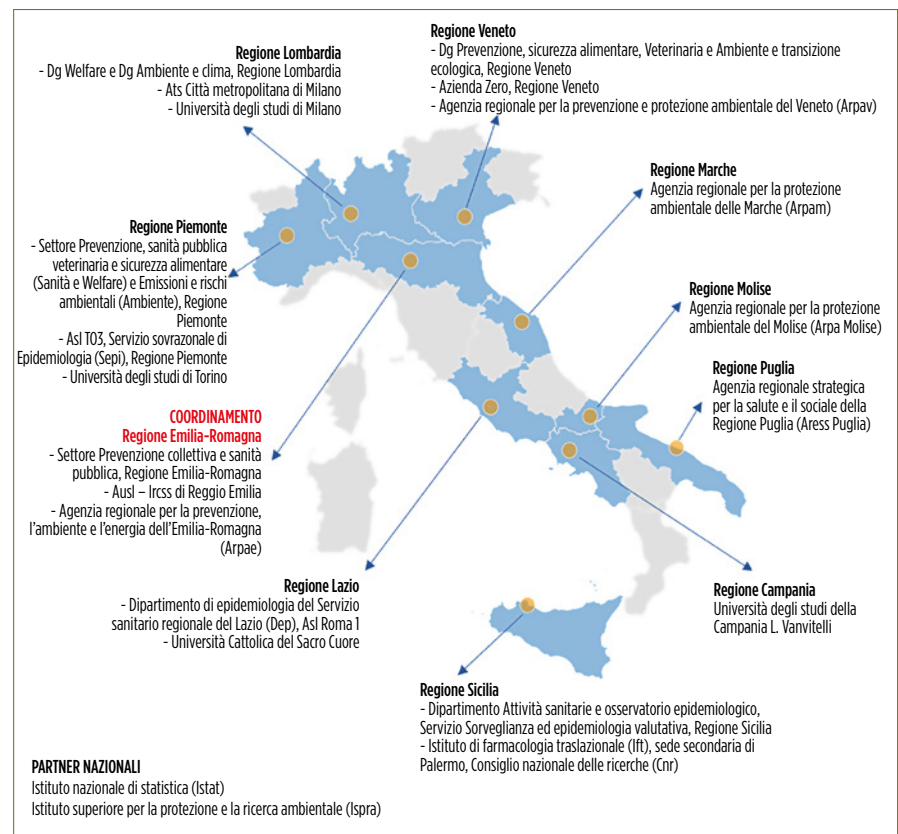


FIG. 1 PROGETTO ATLANTE

Elenco dei 26 partner del progetto "Atlante aria e salute". Il progetto è coordinato dalla Regione Emilia-Romagna (Dipartimento di prevenzione e sanità pubblica) e dall'Azienda unità sanitaria locale - Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico (Ausl-Irccs) di Reggio Emilia.

di salute correlati all'inquinamento atmosferico e nuovi inquinanti o misure dell'inquinamento ambientale che siano associati agli esiti di salute da inserire in un prossimo futuro nell'Atlante; l'obiettivo 4, con un serie di casi studio, valuta la funzionalità e utilità dell'Atlante sviluppato nell'obiettivo 2 e la validità dei possibili nuovi esiti e inquinanti proposti dall'obiettivo 3; l'obiettivo 5 indaga le interazioni fra inquinamento e condizioni di fragilità sociale e clinica attraverso il *linkage* delle informazioni di esposizione con gli studi longitudinali dell'Istat. Infine, l'obiettivo 6 riguarda la formazione specifica degli operatori Srps e Srpa per l'uso dell'Atlante e la disseminazione ai possibili utilizzatori. Maggiori dettagli sono disponibili sul sito www.atlanteariasalute.it.

Metodologia adottata

La definizione dei contenuti dell'Atlante

I contenuti dell'Atlante sono stati definiti con un approccio co-creativo informato da una revisione della letteratura e della

sitografia per individuare le precedenti esperienze simili (figura 3) [14, 15].

La revisione della sitografia

Una ricerca sistematica, utilizzando i principali motori di ricerca con parole chiave predefinite e con un approccio standardizzato per misurare la saturazione dei nuovi siti individuati, ci ha portato a identificare 8 esempi di Atlanti che illustrano gli effetti dell'inquinamento sulla salute. Due siti presentano solo informazioni qualitative sull'impatto a breve termine dell'inquinamento rilevato in tempo reale, mentre gli altri presentano gli effetti a lungo termine, per lo più presentati come frazione attribuibile della mortalità. Di questi, solo un sito presenta anche stime di riduzione dell'impatto nel futuro, nessuno permette all'utente di impostare degli scenari futuri.

Il delphi round

Sono stati condotti due round delphi, ponendo domande su fonte dati, disaggregazione territoriale, esposizioni e risultati sanitari (valutati per la certezza dell'associazione con l'esposizione, importanza per la salute pubblica e

accuratezza delle informazioni), strategie per il calcolo della frazione attribuibile e scenari controfattuali. I risultati sono stati discussi in riunioni online e di persona con esperti e stakeholder fino al raggiungimento di un accordo. Al primo round hanno partecipato membri interni del gruppo di lavoro; la partecipazione al secondo round è stata estesa ad altri stakeholder e rappresentanti di regioni non coinvolte nell'atlante.

Per il coinvolgimento degli stakeholder e dei potenziali utenti è stato adottato un approccio misto che includeva interviste agli stakeholder, questionari strutturati e due focus group con stakeholder (tecnici, decisori, associazioni di cittadini e pazienti). Sebbene questa fase del processo di consultazione degli utenti sia stata condotta a livello della regione Emilia-Romagna ha fornito spunti e risultati fondamentali per lo sviluppo e la progettazione dell'Atlante nazionale. Le 8 interviste e gli 8 questionari online (per chi non ha potuto effettuare l'intervista) a tecnici e decisori, così come il primo focus group, hanno indagato i bisogni conoscitivi e le aspettative rispetto al progetto. Il secondo focus

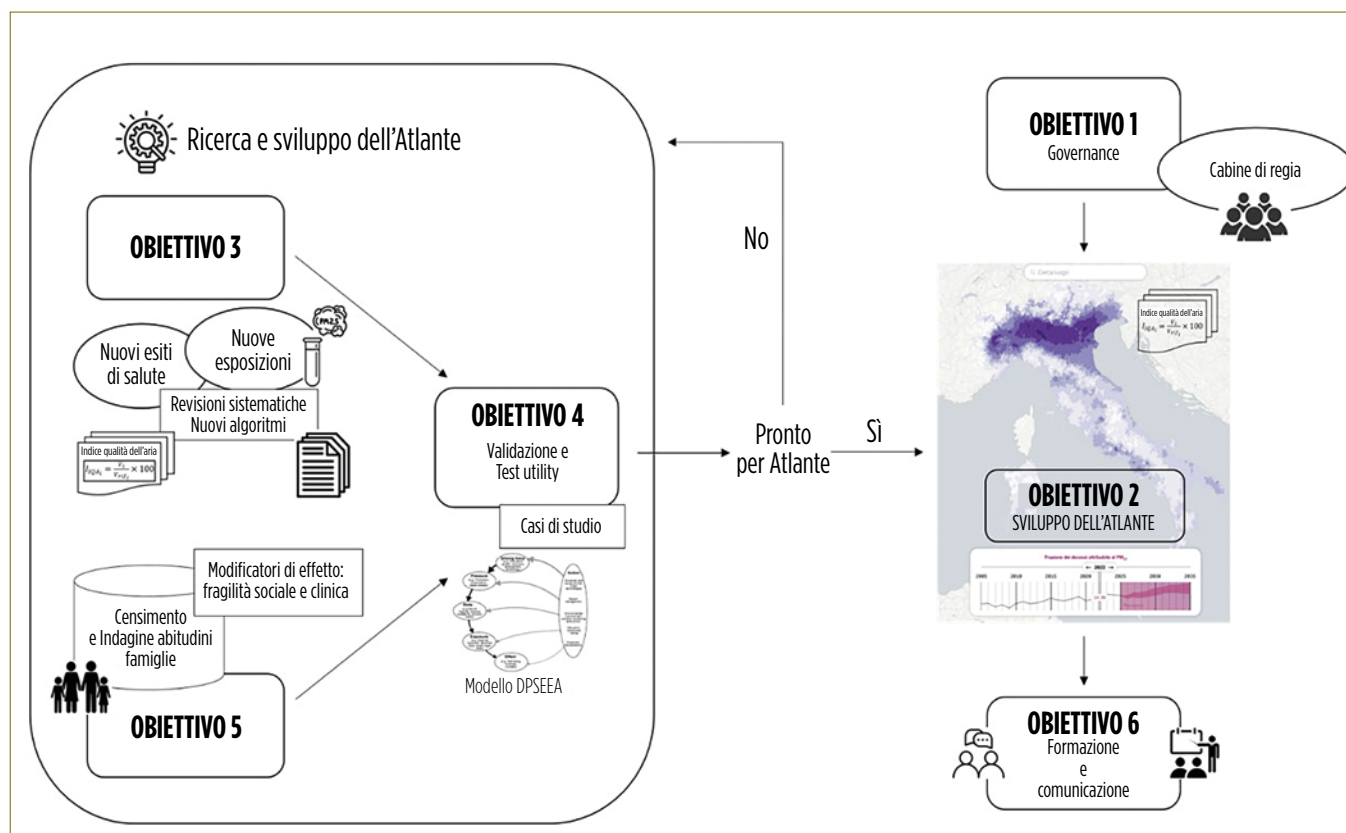


FIG. 2 OBIETTIVI

Sinossi degli obiettivi del progetto e dei loro collegamenti funzionali. A destra della figura è raffigurato l'obiettivo 2 (lo sviluppo dell'Atlante) verso il quale convergono tutti gli altri obiettivi. L'obiettivo 1 mira a istituire cabine di regia regionali per l'interpretazione dei dati e dei risultati a supporto della governance. L'obiettivo 3 si concentra sulla ricerca e sullo sviluppo del sistema, individuando nuovi esiti di salute e inquinanti da includere in futuro nell'Atlante. L'obiettivo 5 mira ad arricchire gli studi longitudinali sui determinanti socioeconomici della salute, realizzati dall'Istituto nazionale di statistica, integrando i dati di esposizione ambientale legati al luogo di residenza dei soggetti. Una coorte include tutti i registrati nel Censimento della popolazione e delle abitazioni del 2011 (59.227.313 individui), l'altra include le *National health interview survey* (edizioni 2000, 2005 e 2013, ciascuna composta da un campione di circa 120.000 individui), con informazioni dettagliate su fattori legati allo stile di vita, condizioni socioeconomiche e stato di salute. Le due coorti sono state seguite per mortalità. L'obiettivo 4 attraverso dei casi studio, valuta la funzionalità dell'Atlante e valida i nuovi contenuti proposti dagli obiettivi 3 e 5. I casi studio sono stati analizzati basandosi sul modello del Dpseea. Infine, l'obiettivo 6 riguarda la formazione dei potenziali utenti e la diffusione dell'Atlante.

group ha discusso il prototipo dell'atlante già realizzato, commentando le modalità comunicative, le possibilità d'interazione, ma anche chiedendo il razionale delle scelte sui contenuti.

Il ruolo delle cabine di regia regionali

L'ultimo passaggio del processo di co-creazione dell'atlante è stato la presentazione del prototipo di atlante alle cabine di regia regionali. Negli incontri sono state descritte le finalità dell'atlante e le potenzialità di utilizzo a livello regionale e locale. I componenti delle cabine di regia hanno commentato e suggerito possibili miglioramenti.

La costruzione degli algoritmi

Sulla base delle evidenze di letteratura sulle relazioni fra inquinamento e esiti di salute [16, 17], di una metodologia consolidata [18] e delle indicazioni emerse dal delphi, un gruppo di lavoro ha impostato gli algoritmi per il calcolo dell'esposizione pesata per la popolazione (Pwe) e della frazione attribuibile nelle situazioni reali, cioè per ogni anno di cui sono disponibili i dati osservati di inquinamento e di mortalità. Inoltre, il gruppo ha deciso di utilizzare le proiezioni Istat per il calcolo della Pwe negli scenari futuri.

malattie cardiovascolari, cerebrovascolari, respiratorie e cancro ai polmoni. Il calcolo della frazione di mortalità attribuibile per inquinante si basa sulla funzione dose risposta fornita dalle revisioni sistematiche dell'Organizzazione mondiale della sanità applicate alla Pwe [18]. La frazione attribuibile, invece,

viene calcolata per i livelli attuali di concentrazioni, considerando come controfattuale una concentrazione media pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il $\text{PM}_{2.5}$ e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l' NO_2 , che rappresentano il valore soglia delle attuali indicazioni Oms [18]. Le stesse formule permettono di calcolare la frazione attribuibile in diversi scenari

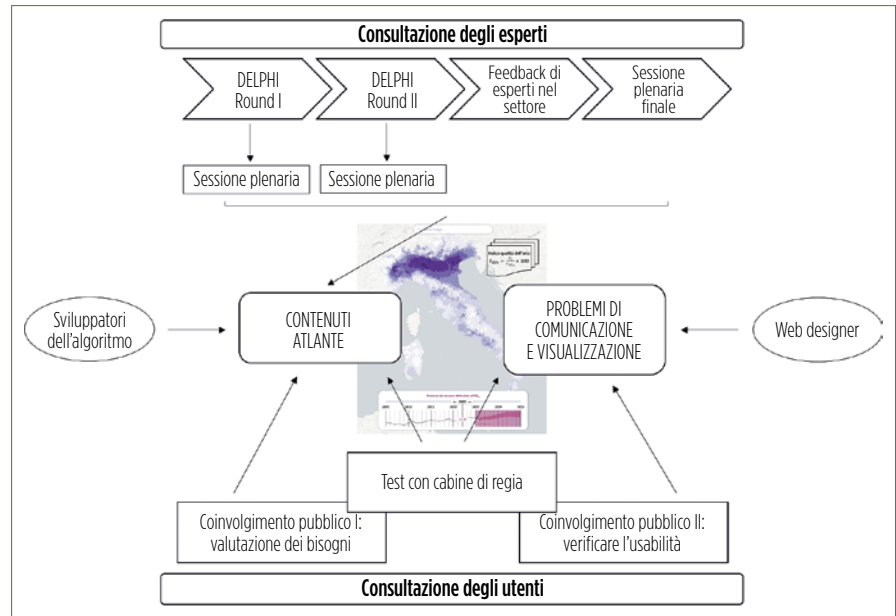


FIG. 3 PROCESSO DI CO-CREAZIONE

Sinossi del processo di co-creazione adottato nel progetto Atlante. L'indagine delphi, utilizzata per definire i contenuti tecnici dell'Atlante, è rappresentata nella parte in alto della figura. La parte in basso della figura riporta le azioni messe in atto per coinvolgere gli utenti non tecnici, compresi i decisori pubblici e rappresentanze dei cittadini, individuando le loro esigenze informative e il modo migliore per comunicarle.

Risultati

Il processo di definizione dei contenuti, attraverso il delphi e le riunioni plenarie, ha portato alla scelta delle fonti dati (statistiche di routine su mortalità e ospedalizzazione; mappe di esposizione di 1×1 km con medie annuali da un modello esistente basato su immagini satellitari e misurazioni a terra sviluppate in progetti precedenti)[19, 20].

Il dettaglio geografico concordato per le stime dell'impatto sulla salute è il comune. PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NO_2 e O_3 sono risultati gli unici inquinanti con sufficiente armonizzazione del dato; il PM_{10} è stato considerato ridondante rispetto al $\text{PM}_{2.5}$, mentre l' O_3 è stato escluso per la difficoltà a rappresentare la sua stagionalità nelle mappe. La popolazione considerata è quella maggiore di 30 anni, popolazione target delle funzioni concentrazione-risposta disponibili dalla letteratura. Gli effetti a breve termine, che rappresentano mediamente il 10% del carico totale attribuibile all'inquinamento atmosferico, non sono a oggi stati inclusi perché le medie annue di esposizione non costituiscono l'indicatore più idoneo per questa stima. Sono inclusi mortalità e ospedalizzazione per cause naturali,



FOTO: TERSOMILKA - FREPIK

futuri di possibile riduzione degli inquinanti.

L'Atlante sarà un sito web pubblico con due sezioni, una esplicativa (figura 4) e una esplorativa (figura 5). La sezione esplicativa, con brevi testi e mappe animate, spiega cosa si può trovare nell'atlante e come è stato costruito. Il visitatore è guidato attraverso il percorso che porta dalla misura delle concentrazioni degli inquinanti al calcolo della Pwe per comune e infine al calcolo della frazione dei decessi attribuibili all'inquinamento. Nella sezione esplorativa, il visitatore può calcolare la Pwe per gli inquinanti inclusi e la frazione attribuibile per ognuno degli outcome selezionati, osservare i trend dal 2016 alla rilevazione più recente e restringere gli ambiti territoriali. Spostando il cursore temporale nel futuro e selezionando uno degli scenari futuri predefiniti può vedere quanti decessi attribuibili all'inquinamento sono associati con i diversi scenari di diminuzione degli inquinanti. Infine, il visitatore ha la possibilità di costruire scenari personalizzati scegliendo il livello di concentrazione medio annuo dell'inquinante da raggiungere e l'anno in cui verrà raggiunto. Le declinazioni regionali dell'Atlante integrano i dati nazionali con esiti che non è possibile quantificare a livello nazionale in modo armonizzato, ad esempio l'incidenza del tumore del polmone da registro tumori o inquinanti che non sono raccolti in modo omogeneo sul territorio nazionale, come ad esempio il *black carbon*. Inoltre, presentano scenari futuri previsti dai piani aria regionali, mostrando gli scenari di riduzione delle concentrazioni basate sulle specifiche politiche regionali di riduzione, permettendo una stima della riduzione dei relativi impatti sulla salute. Il prototipo dell'Atlante è stato presentato sia nei focus group con gli utenti sia nelle prime riunioni con le cabine di regia che hanno fornito feedback sulle modalità di comunicazione, che verranno implementati nella versione definitiva.

Conclusioni e prospettive

L'Atlante, nel mostrare l'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, vuole favorire una maggiore consapevolezza pubblica e supportare processi decisionali informati da parte delle istituzioni. La visualizzazione di dati previsionali è una metodologia chiave per rendere accessibili e facilmente comprensibili modelli predittivi complessi.

L'Atlante, nella sua scelta di completa trasparenza e accessibilità ai dati, mira anche a rafforzare la fiducia nei dati scientifici e a stimolare un maggiore coinvolgimento su una tematica di

relevante impatto per la salute pubblica. Il progetto, inoltre, esplorando attraverso i casi-studio inquinanti non convenzionali e esiti di salute meno indagati, vuole fornire alla comunità scientifica elementi per

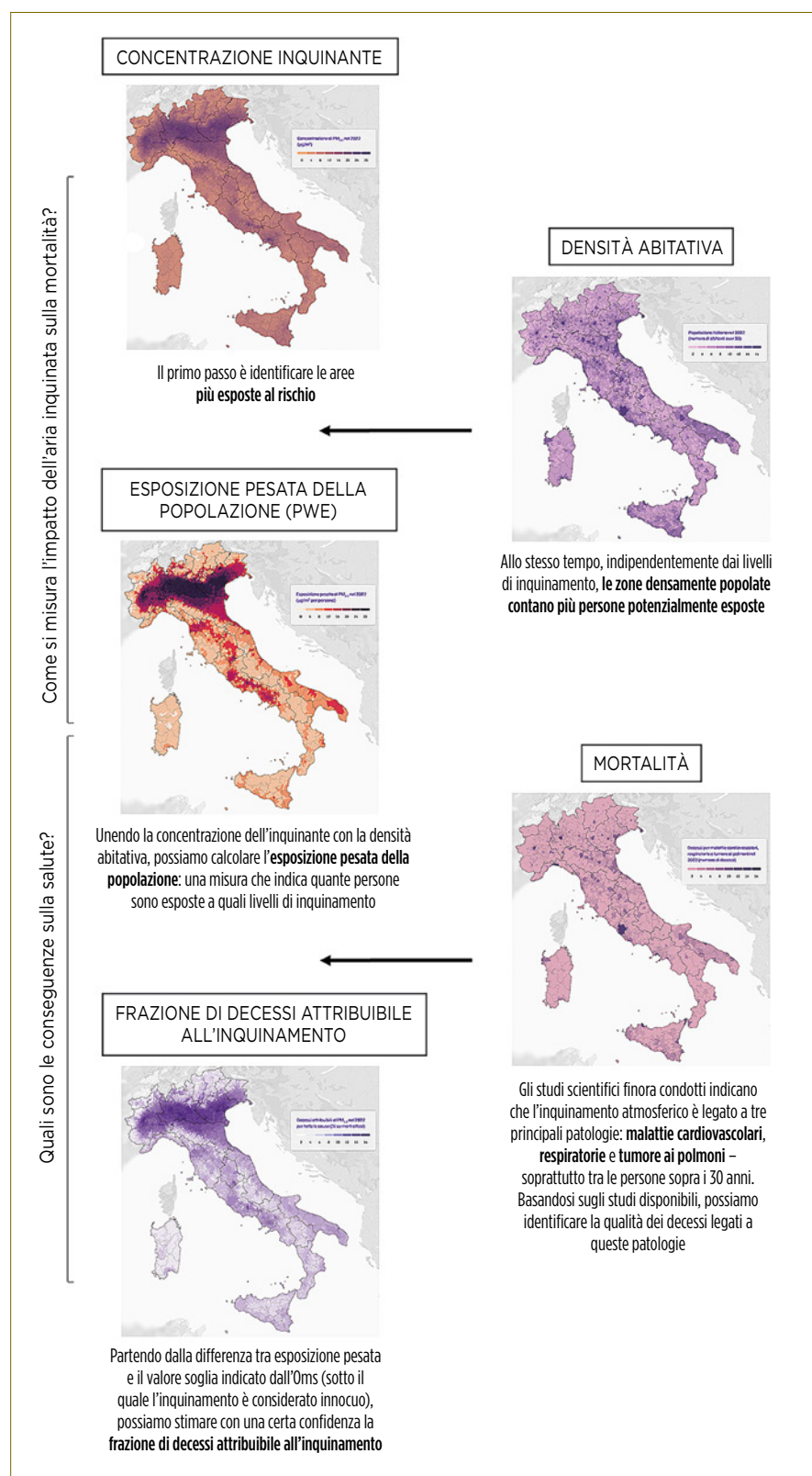


FIG. 4 SEZIONE ESPLICATIVA SITO WEB

Schema della sezione esplicativa dell'Atlante. La sezione mostra come viene misurato l'impatto dell'inquinamento sulla mortalità combinando la concentrazione di uno specifico inquinante in una data area con la densità abitativa nella medesima area ottenendo così l'esposizione pesata della popolazione (Pwe) ovvero il numero di persone esposte a un dato livello di inquinamento. Nel passaggio successivo si introducono i dati di mortalità per una data patologia per stimare il numero di decessi attribuibili all'inquinamento.

valutare la correlazione tra esposizione ed esito in situazioni in cui tale legame non è pienamente compreso. L'integrazione di competenze e ruoli, di strumenti e di metodologie che questo progetto ha messo in atto può fungere da paradigma delle relazioni da strutturare per una efficace integrazione del Snps con il Snpa e gli altri enti che hanno un ruolo nel sistema ambiente e salute.

**Paola Angelini¹, Elena Davoli^{2,3},
Paolo Giorgi Rossi³**

1. Assessorato politiche per la salute, Regione Emilia-Romagna

2. Clinical and experimental medicine PhD program, department of biomedical, metabolic, and neural sciences, Università di Modena e Reggio Emilia

3. Servizio di epidemiologia, Azienda unità sanitaria locale - Istituti di ricovero e cura a carattere scientifico di Reggio Emilia

Progetto realizzato con il supporto tecnico e finanziario dal Ministero della Salute-Pnc Prev-A-2022-12376



FIG. 5 SEZIONE ESPLORATIVA SITO WEB

Schema che mostra la sezione esplorativa dell'Atlante, dove è possibile vedere le stime di decessi evitabili in diversi scenari di riduzione dell'inquinamento nel futuro.

È possibile selezionare il tipo di scenario da visualizzare: gli scenari di riduzione secondo le indicazioni dell'Ue e le soglie dell'Oms e visualizzare le stime di decessi che si eviterebbero rispetto al mantenimento dei livelli di inquinante attuali.

L'utente può anche definire uno scenario custom impostando un valore dell'inquinante di interesse da raggiungere e l'anno in cui dovrebbe essere raggiunto ottenendo la stima dei decessi risparmiati.

IL RUOLO DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA, ARPA VENETO E ARPA MARCHE

Arpae Emilia-Romagna

Arpae è Unità operativa del progetto e supporta il coordinamento regionale nei diversi obiettivi. Partecipa al confronto con gli stakeholder regionali attraverso le azioni del Centro di etica ambientale (Cea), sub contractor di Arpae, che ha organizzato attività di comunicazione ai cittadini sull'impatto della qualità dell'aria sulla salute, e di networking con i professionisti della sanità.

All'interno dell'obiettivo 2 partecipa alla definizione dei contenuti degli Atlanti nazionale e regionale. Coordina un gruppo di lavoro operativo (GdL Analisi) per la omogeneizzazione e la costruzione dei dataset ambientali demografici e sanitari utili alle analisi di impatto e alla implementazione dell'Atlante nazionale.

Per la realizzazione degli Atlanti regionali partecipa agli incontri con gli operatori per la definizione dei contenuti e delle modalità di valutazione dei benefici di salute derivanti dall'applicazione delle politiche regionali, quali i Piani di risanamento della qualità dell'aria.

È responsabile dell'obiettivo 3 "Ricerca e sviluppo del monitoraggio", per il quale sono stati fatti approfondimenti sugli inquinanti non convenzionali e gli esiti di salute non consolidati, in collaborazione con Ispra e con Ats Milano.

È stato completato il censimento dei dati disponibili sugli inquinanti non convenzionali e finalizzato un report ("Caratterizzazione chimico fisica del materiale particolato in Italia") che contiene un quadro sintetico sulle conoscenze della caratterizzazione chimico-fisica del particolato in Italia, riportando il quadro legislativo, i metodi di campionamento e analisi, gli effetti sulla salute, e l'attuale situazione di disponibilità di dati.

Per quanto riguarda gli esiti non consolidati, ha collaborato con l'Unità operativa Ats Milano, per la realizzazione di un corso rivolto ai partecipanti del progetto, i quali sono in seguito stati coinvolti nella revisione sistematica sugli outcome non convenzionali.

In collaborazione con le Unità operative responsabili degli obiettivi 4 e 5 sta sviluppando i casi studio della regione Emilia-Romagna, definendone anche i percorsi metodologici (modello Dpseea Who-Eea). Partecipa alle attività del gruppo di lavoro per la definizione delle indagini epidemiologiche e

l'acquisizione dei dati su cui effettuare le analisi.

Ha partecipato alla definizione e attuazione di percorsi formativi rivolti a operatori interni al progetto e del Sistema Snps-Snpa.

Arpa Veneto

Arpav applica la metodologia progettuale al caso specifico della regione Veneto attraverso la realizzazione delle seguenti attività:

- mappatura dettagliata: spazializzazione delle concentrazioni di inquinanti atmosferici ottenuta combinando l'inventario regionale delle sorgenti emittive con la modellistica di dispersione atmosferica e la densità di popolazione
- verifica di coerenza con la programmazione: definizione di scenari allineati ai documenti di pianificazione regionali (Piano regionale di tutela e risanamento dell'atmosfera e Piani di settore collegati) per creare uno strumento di valutazione che consideri l'effetto delle politiche a livello regionale, nazionale ed europeo

- valutazione degli effetti sanitari: in stretta collaborazione con Azienda Zero, stima dei possibili effetti sanitari conseguenti alla realizzazione degli scenari espositivi controfattuali.

Il progetto mira a creare un sistema di supporto alle decisioni robusto e condiviso che quantifica gli effetti ambientali e sanitari delle politiche, dei piani e dei programmi nella gestione dell'inquinamento atmosferico della Regione Veneto.

Arpa Marche

Arpam contribuisce in tre ambiti principali:

- monitoraggio ambientale avanzato: Arpam è responsabile della rilevazione di inquinanti non convenzionali, come PM₁₀ e black carbon, particolarmente rilevanti per la valutazione degli effetti sulla salute respiratoria e cardiovascolare
- supporto alla governance: partecipa alla gestione tecnico-scientifica del progetto, contribuendo al coordinamento tra enti regionali e nazionali e alla definizione delle metodologie operative

- valutazioni di impatto sanitario: collabora alla stima degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, attraverso l'analisi di dati epidemiologici e ambientali, con particolare attenzione ai gruppi vulnerabili e alle aree urbane critiche.

UN MODELLO ONE HEALTH PER I SITI DI INTERESSE NAZIONALE

INSINERGIA HA L'OBIETTIVO DI SVILUPPARE MODELLI INTEGRATI SALUTE, AMBIENTE E CLIMA NEI SITI DI INTERESSE NAZIONALE (SIN), PER VALUTARE L'ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE AGLI INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI, AI METALLI PESANTI E AI PFAS, INTEGRANDO BIOMONITORAGGIO UMANO, DATI AMBIENTALI, DATI EPIDEMIOLOGICI E MODELLI CLIMATICI

Con Insinergia si identifica uno dei due progetti pilota finanziati dal piano nazionale per gli investimenti complementari al Pnrr nell'ambito del programma "Salute, ambiente, biodiversità e clima", allegato al decreto del Ministero dell'economia e delle finanze del 15 luglio 2021, dedicato allo sviluppo di modelli integrati salute-ambiente-clima nei siti di interesse nazionale (Sin).

Il titolo in forma estesa è "Valutazione dell'esposizione di popolazione agli inquinanti organici persistenti, metalli e Pfas ed effetti sanitari, con particolare riferimento alle popolazioni più suscettibili", sintetizzato appunto in Insinergia.

L'obiettivo generale è ambizioso: costruire un approccio comune per tutto il territorio italiano per valutare l'esposizione della popolazione agli inquinanti organici persistenti (Pops), ai metalli pesanti e ai Pfas, e stimare i potenziali effetti sanitari derivanti da tali contaminazioni.

Il progetto, promosso dal Ministero della salute – Direzione generale della prevenzione sanitaria e realizzato da nove Regioni (Veneto, Calabria, Campania, Lazio, Lombardia, Marche, Puglia, Toscana e Umbria), raccoglie l'eredità di esperienze consolidate come Sentieri (Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento) e Hbm4eu (Human biomonitoring for Europe). Insinergia integra un biomonitoraggio umano con campagne di caratterizzazione ambientale dedicate, dati epidemiologici e modelli climatici in un unico disegno operativo; armonizza i protocolli su scala interregionale, definendo criteri condivisi per la comparabilità dei risultati. Nell'ambito delle attività, gli enti stanno condividendo strumenti digitali come Gis, indici compositi, matrici multicriterio per trasformare i dati in evidenze scientifiche, e le evidenze in strumenti a supporto alle politiche di sanità pubblica e bonifica.

Struttura e governance

La *governance* del progetto prevede il coordinamento scientifico da parte del *management board*, composto dalla Regione capofila e dai coordinatori nazionali di obiettivo specifico con funzioni tecnico-scientifiche, al quale si affiancano periodiche riunioni plenarie in cui le Regioni partner si confrontano sull'andamento delle attività e concordano la programmazione a breve e medio termine. Ogni Regione ha identificato nel proprio territorio le Unità operative utili all'implementazione delle azioni previste dai diversi obiettivi sintetizzabili in: monitoraggi ambientali, biomonitoraggio umano, analisi epidemiologica, rete dei laboratori, formazione e comunicazione. Il raggiungimento di un modello di governance multilivello – Ministero, Iss, Regioni, Arpa, Istituti zooprofilattici, Università, centri di ricerca – costituirebbe di per sé un output di progetto significativo, pur tra tutte le difficoltà e limiti legati alla cooperazione di così tanti enti con scopi e finalità tra loro eterogenei.

Disegno operativo

Insinergia è attivo in 13 Sin distribuiti nelle nove regioni partecipanti, che complessivamente ben rappresentano diverse tipologie di pressione ambientale: poli chimici, aree metallurgiche, siti agricoli contaminati, bacini fluviali. Le attività comprendono:

- campionamenti ambientali
- raccolta di campioni biologici umani (sangue e urine)
- determinazione di analiti e metaboliti di Pops, metalli e Pfas
- analisi di biomarcatori di esposizione e di effetto precoce
- studi epidemiologici volti a descrivere scenari di esposizione.

Tutti i protocolli locali seguono standard



INSINERGIA

di qualità riconosciuti e condivisi, con procedure approvate dal comitato etico del centro sperimentatore principale e locale, laddove richiesto.

Il progetto lascia inoltre aperta la possibilità alle Regioni coinvolte di sartorializzare le attività, in funzione del profilo e fabbisogno conoscitivi locali, ma anche delle specificità ambientali del singolo Sin. A titolo esemplificativo, in alcuni casi, sono stati previsti campionamenti sulla fauna selvatica o su matrici alimentari quali *proxy* di inquinamento ambientale o di esposizione umana. Le Regioni hanno inoltre la possibilità di attivare biobanche regionali, dove stoccare i campioni raccolti per possibili approfondimenti utili a studiare il rischio intrinseco delle popolazioni locali grazie a una sezione opzionale del protocollo di studi.

Output innovativi

Il 17 e 18 novembre, in occasione della Seconda conferenza Snpa-Snps, il partenariato ha presentato quattro risultati chiave, concepiti come strumenti replicabili e trasferibili a livello nazionale.

Indice di rischio contaminazione ambientale preliminare

Elaborato dalla Regione Campania, combina dati territoriali e ambientali

per rappresentare la catena sorgente-percorso-bersaglio del rischio sanitario. Utilizzando informazioni da piani di bonifica, Aia, uso del suolo, idrogeologia e immagini satellitari, produce mappe di rischio spazializzate anche in assenza di campagne analitiche dedicate. Il metodo, a basso costo e altamente trasferibile, consente di confrontare le condizioni di esposizione tra siti diversi e di orientare la pianificazione di futuri monitoraggi.

Protocollo nazionale di biomonitoraggio

Definisce in modo armonizzato analiti, metaboliti e metodi di riferimento per le principali famiglie di inquinanti. Rappresenta la base scientifica per futuri studi di biomonitoraggio umano e fornisce l'occasione per l'adozione di standard comuni, consentendo la confrontabilità dei dati su tutto il territorio. Tale approccio si auspica possa contribuire alla pubblicazione di evidenze in merito alle concentrazioni interne di sostanze attualmente non normate.

Rete dei laboratori di biomonitoraggio

Insineria sta costruendo il primo network nazionale di laboratori impegnati in analisi di biomonitoraggio, basato su criteri di inclusione trasparenti condivisi tra le regioni partner.

Lo strumento offrirà:

- alle Aziende sanitarie un elenco operativo di laboratori competenti
 - alle Regioni partner un quadro generale della propria capacità analitica, evidenziando le competenze strategiche da conseguire o da convenzionare in chiave prospettica
 - all'Iss una base per la definizione di standard di qualità nazionali
 - al Ministero della Salute, la possibilità di individuare centri di riferimento per caratterizzazioni complesse o rare.
- L'output è pensato come un modello da nazionalizzare, divenendo una infrastruttura permanente e aggiornabile.

Matrice multicriterio di priorità degli inquinanti

In fase di sviluppo per il Sin di Porto Marghera, la matrice Mca (*multi-criteria analysis*) elabora un *ranking* degli inquinanti critici in scenari di poli-contaminazione. L'approccio, basato su criteri quantitativi e qualitativi di pericolosità ed esposizione, supporta la programmazione dei monitoraggi e la selezione mirata delle matrici ambientali. Il modello è flessibile e trasferibile ad altri Sin, favorendo la pianificazione basata su evidenze oggettive.

Prospettive e ricadute

Insineria fornirà al Paese:

- un modello per la valutazione integrata del rischio sanitario-ambientale in grado di superare le eterogeneità dei singoli Sin
- strumenti decisionali digitali per la prioritizzazione e la pianificazione dei monitoraggi
- una rete permanente di competenze analitiche e un protocollo comune di biomonitoraggio
- banche dati locali a supporto dei Sistemi regionali prevenzione salute (Srps).

Insineria non è solo un progetto, ma un banco di prova per un nuovo modo di costruire politiche di prevenzione: basate sulle evidenze, coordinate tra istituzioni, orientate alla salute delle persone e degli ecosistemi.

Francesca Russo¹, Michele Nicoletti², Vanessa Groppi², Sara Michielan²

¹ Direttrice della Direzione prevenzione, sicurezza alimentare, veterinaria, Regione del Veneto

² Direzione prevenzione, sicurezza alimentare, veterinaria, Regione del Veneto



FOTO: MARC RYCKAERT - WIKIMEDIA COMMONS - CC BY-SA 4.0

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE AULE SCOLASTICHE

IL PROGETTO NECESSARIA HA COINVOLTO 11 SCUOLE E PROPOSTO SOLUZIONI TECNICHE E TECNOLOGICHE PER CONTRIBUIRE CONCRETAMENTE AL MIGLIORAMENTO DELLA SALUTE DEGLI OCCUPANTI. CLASSIFICARE E PARAMETRIZZARE IL PATRIMONIO ESISTENTE PUÒ FORNIRE CASI PILOTA PER PIANIFICARE AZIONI DI MIGLIORAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI.

Il progetto Pnrr-Pnc NecessAria¹, iniziato a gennaio 2023 e con una durata di 4 anni, ha mirato ad analizzare il tema della qualità dell'aria nelle scuole italiane e delle possibili soluzioni tecniche e tecnologiche, e a classificare e parametrizzare il patrimonio costruito, con l'obiettivo di fornire casi pilota per operare concretamente per il miglioramento della salute degli occupanti.

Il progetto ha coinvolto realtà territoriali del nord, centro e sud Italia con caratteristiche climatiche diverse, anche all'interno delle stesse regioni e province, di fatto è quindi rappresentativo di tutto il territorio nazionale. Sono stati infatti interessati edifici scolastici montani in climi rigidi (provincia di Bolzano e regione Abruzzo), edifici di pianura, edifici scolastici sul mare (regione Marche, Abruzzo e Puglia), edifici appartenenti alle realtà metropolitane (Roma, Bari) e edifici in contesti rurali. Al progetto, oltre alla Provincia di Bolzano, alla Regione Marche e alla Regione Abruzzo, hanno partecipato quattro istituti di ricerca: l'Università Politecnica delle Marche, l'Università Cattolica del Sacro Cuore, l'Università "Aldo Moro" di Bari e l'Università "Gabriele d'Annunzio" di Chieti-Pescara.

Necessità di strategie efficienti di ricambio d'aria

La letteratura scientifica recente pone grande attenzione alla qualità dell'aria e degli ambienti interni negli edifici scolastici, approfondendo i temi ingegneristici legati agli edifici e i temi riguardanti la salute legati alla permanenza degli occupanti all'interno di ambienti confinati.

Un corretto ricambio dell'aria interna, condizione spesso non soddisfatta dalla sola apertura delle finestre, migliora la qualità dell'aria interna (*indoor air quality*,



Iaq), contribuendo anche alla diminuzione di un'eventuale presenza di aerosol infetti. Ciò richiede l'utilizzo di sistemi e strategie specificamente dedicati, che devono però al contempo minimizzare il loro impatto dal punto di vista energetico, ambientale e acustico e garantire la salute degli occupanti. Dal punto di vista pratico vi è l'esigenza di disporre di linee guida e strumenti di ausilio alle politiche, alle normative europee e nazionali, basati su paradigmi legati non solo ad aspetti tecnologici, ma anche alla salute e al benessere degli occupanti.

Il modello di bando di gara

Il progetto NecessAria ha come ulteriore obiettivo quello di elaborare uno schema tipo di bando di gara per la progettazione, la fornitura, la posa e la manutenzione di sistemi Vmc (ventilazione meccanica controllata) con requisiti tecnici e di installazione specifici al fine di rendere ripetibili tali installazioni. Sono di seguito elencate le caratteristiche dei sistemi di ricambio Vmc dell'aria inserite nel modello di bando di gara che

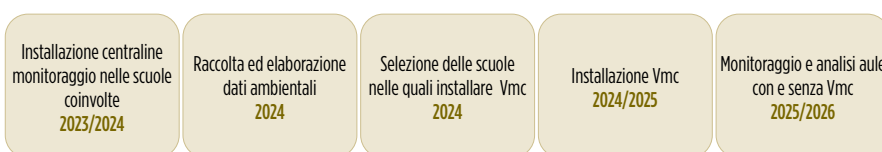


FIG. 1 ITER DI SELEZIONE DELLE SCUOLE E DI COINVOLGIMENTO PER LE UNITÀ OPERATIVE

Fonte: Laboratorio di analisi aria e radioprotezione, Appa Bolzano.

Vmc	Dettagli sull'installazione	Numero scuole coinvolte
Provincia di Bolzano	Due tipologie di installazione. In una scuola Vmc installate nei bagni o altri locali accessori e canalizzate verso le aule. Nella seconda scuola Vmc centralizzata installata all'esterno a servizio di 4 aule e una mensa	2
Abruzzo	Vmc installate nei bagni o altri locali accessori e canalizzate verso le aule	4
Puglia	Vmc installate a soffitto nei corridoi e canalizzate verso le aule	5

TAB. 1 INSTALLAZIONE DELLE VMC DEL PROGETTO NECESSARIA

Le undici scuole sono rappresentative delle tipologie edilizie, dell'affollamento e delle condizioni meteorologiche stagionali medie.

è stato applicato a dieci scuole nelle tre unità operative coinvolte, in un totale di 35 aule scolastiche, suddivise tra nord e sud Italia. I criteri sui sistemi di gestione, monitoraggio e regolazione delle Vmc sono stati classificati come “criteri premianti”.

Requisiti tecnici

- Una macchina Vmc a servizio di una, due aule (o più): in caso di più aule, queste dovranno avere lo stesso orientamento
- Portata di ventilazione: applicazione dei criteri ambientali minimi - norma Uni En 16798-1. La portata deve essere garantita con la prevalenza necessaria a ventilare l'aula
- Posizione della macchina: in corridoio oppure locali tecnici (antibagno, sgabuzzini ecc.)
- Espulsione: in direzione diversa dall'immissione oppure almeno a una distanza limite definita dal produttore
- Canalizzazione di distribuzione e prelievo in aula: evitare il bypass dei flussi, rispettare i requisiti acustici
- Al fine di assicurare il benessere acustico e un regolare svolgimento delle lezioni, devono essere installati impianti a bassa rumorosità, che garantiscano l'accettabilità del rumore prodotto dall'impianto, in conformità alle norme tecniche e alla legislazione sul tema della rumorosità degli impianti
- Sistema di monitoraggio e di regolazione: criteri premianti (come dettagliati di seguito)
- Collegamenti elettrici funzionali all'installazione.

Regolazione

Questi i criteri che sono stati considerati come premianti nella valutazione:

- Sistema predisposto per integrazione e gestione sulle logiche di regolazione e di controllo
- Collegamento macchina-sistema di regolazione: mediante cavo bus
- Protocollo Modbus oppure altro protocollo
- Possibilità di accensione e spegnimento manuale per settimane di vacanza
- Regolazione della portata
- Pannello in aula (collegato in cavo bus con la macchina oppure altro senza filo): regolazione mediante livelli di funzionamento.

Le installazioni nelle aule pilota del progetto

All'interno del progetto NecessAria sono stati installati sistemi Vmc innovativi in provincia di Bolzano, in Abruzzo e Puglia (tabella 1). Le undici scuole interessate sono state scelte per essere rappresentative

delle tipologie edilizie, dell'affollamento nelle scuole e anche delle condizioni meteorologiche stagionali medie delle regioni e province autonome coinvolte, che coprono tutte le tre macroregioni italiane. In figura 2 sono mostrate alcune installazioni dei sistemi Vmc.



Le diverse configurazioni (tipologia di macchina Vmc, portate, tipologie di sistema di distribuzione dell'aria, dimensioni e orientamento delle aule) saranno analizzate nel corso dell'anno scolastico 2025-2026, sia in termini di Iaq, comfort e consumi sia di salute degli



Scuole primarie di Bolzano



Scuola primaria in Abruzzo



Scuola secondaria di secondo grado di Bari

FIG. 2 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Esempi dei sistemi Vmc installati in aula e nei bagni/locali accessori. Una macchina dedicata per ogni classe nelle diverse scuole interessate. Fonte: Laboratorio di analisi aria e radioprotezione, Appa Bolzano

occupanti mediante la somministrazione di un questionario.

Attraverso le installazioni è stato possibile valutare le strategie da mettere in atto per le procedure, il coinvolgimento delle scuole, le installazioni e la gestione complessiva di edifici scolastici esistenti. Queste sono riassunte di seguito.

Procedure e affidamenti

Le scuole sono di proprietà di Comuni, Province e Regioni in funzione del grado scolastico. Tale aspetto implica la necessità di coinvolgere molteplici figure sia scolastiche (dirigenti, insegnanti) sia amministrative (settore impianti e manutenzione).

Progettazione

L'installazione delle Vmc in edifici esistenti necessita di una dettagliata progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva. Questa fondamentale fase evita durante l'installazione di trovare

criticità che non solo allungano i tempi di installazione ma che rischiano di penalizzare l'efficacia dell'intervento stesso.

Progettazione acustica

Un'attenta progettazione acustica deve essere realizzata al fine di evitare di peggiorare le prestazioni acustiche della scuola. Gli impianti centralizzati a servizio di più aule possono peggiorare l'acustica tra i diversi ambienti; è quindi fondamentale valutare attentamente le connessioni verticali e orizzontali dei diversi ambienti per il passaggio delle tubazioni, ricorrendo se necessario a delle soluzioni mirate, come ad esempio dei silenziatori.

Installazioni

Le attività di installazione sono molto impattanti, in termini di rumore, polvere prodotta durante il cantiere e di impatto estetico delle canalizzazioni. Un'attività preliminare di sensibilizzazione e informazione verso il personale scolastico

è necessaria per evitare malintesi e sorprese durante le fasi di installazione.

Attività di pulizia post installazione

I costi per la pulizia finale devono essere computati al fine di valutare correttamente le spese complessive.

Coinvolgimento del personale scolastico

Dopo l'installazione le analisi e i monitoraggi aiutano a coinvolgere le scuole sulle attività in corso.

Protezione delle tubazioni

In caso di installazione di tubazioni verticali che possono essere in contatto con gli alunni deve essere prevista una protezione aggiuntiva.

I monitoraggi ambientali

Attraverso una dettagliata procedura di misura e di analisi sono stati definiti gli

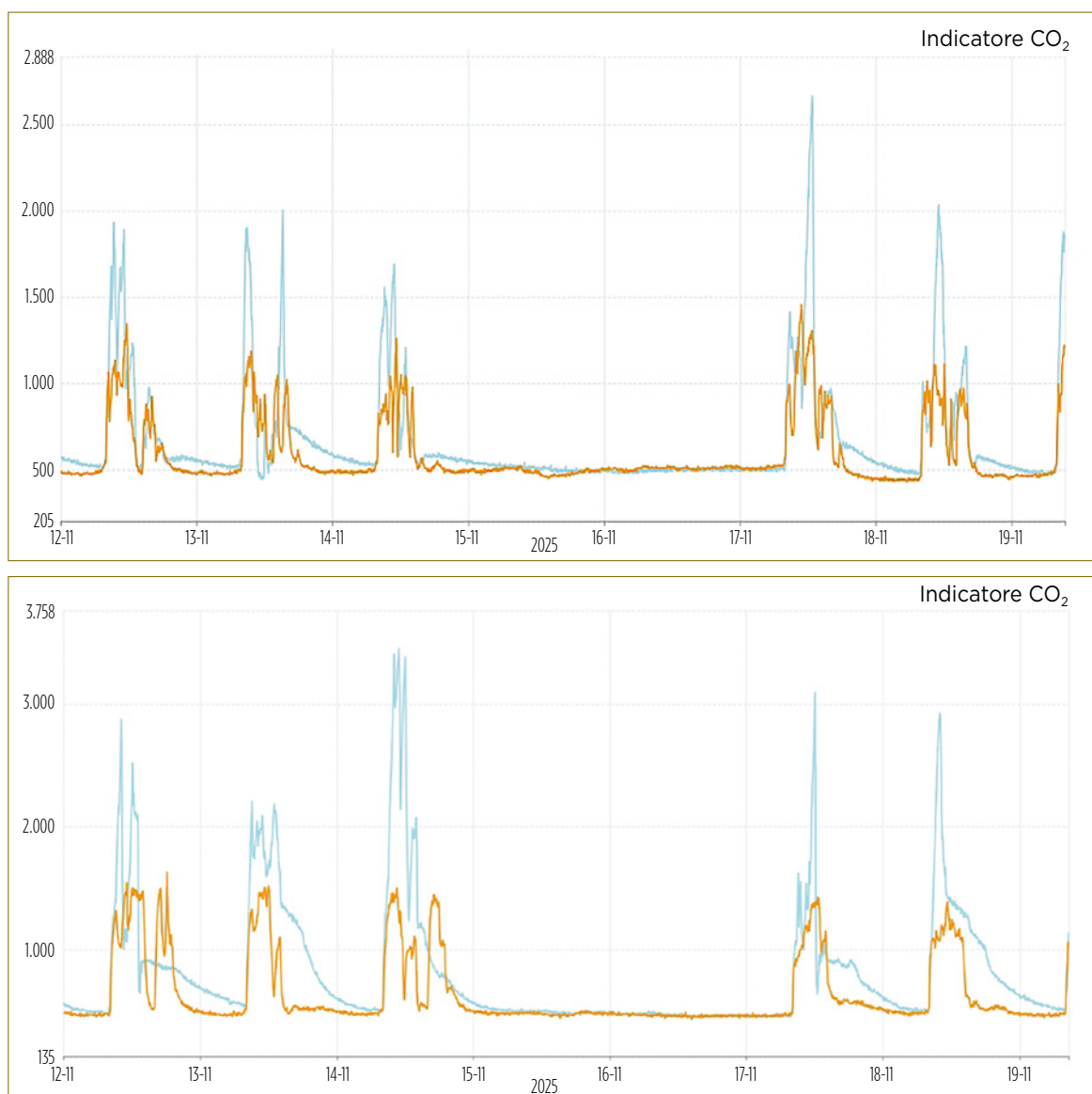


FIG. 3
CO₂, CONFRONTO
TRA AULE
CON E SENZA VMC

Esempio di elaborazione dei dati di CO₂ di una scuola primaria di Bolzano (sopra) e di una scuola di Bari (sotto), raccolti nel mese di novembre 2025.

Fonte: Laboratorio Analisi aria e radioprotezione, Appa Bolzano.

■ Aula con Vmc
■ Aula con aerazione (senza Vmc)

approcci per le valutazioni dei parametri indoor, delle assenze e della salute degli occupanti.

Gli andamenti della concentrazione di CO₂ vengono analizzati, con particolare attenzione ai picchi (intensità, durata e orario). Attraverso l'analisi del decadimento della CO₂ saranno determinati i tassi di ricambio dell'aria delle aule senza Vmc e le portate di ventilazione nelle aule con Vmc. Verrà determinato quanto tempo impiega la CO₂ a ridursi, quale pendenza hanno le curve in discesa, quanto tempo trascorre per scendere al valore della CO₂ esterna (o quella minima di quella giornata) dall'ultimo picco riscontrato.

Un esempio di elaborazione dei dati di CO₂ per le aule delle scuole di Bolzano e di Bari è riportato in *figura 3*.

Per quanto riguarda l'analisi della temperatura dell'aria verranno determinati per ogni classe: la temperatura media nell'orario scolastico, la temperatura media notturna, a che ora si accende l'impianto di riscaldamento, le temperature medie durante l'orario scolastico e quello lavorativo del personale scolastico. Si tratta di dati utili non solo ai fini del progetto, ma anche per chi gestisce l'impiantistica nelle scuole.

Conclusioni e sviluppi futuri

L'estesa quantità di dati ambientali raccolti nelle scuole del progetto NecessAria è oggetto di analisi statistiche e di valutazioni normative finalizzate all'individuazione delle maggiori criticità, sotto il profilo della qualità dell'aria, del comfort termo-igrometrico e degli aspetti sanitari.

L'intersezione e la condivisione delle competenze delle unità operative è di fondamentale importanza per pianificare le azioni di miglioramento e di riqualificazione degli edifici ponendo particolare attenzione alla salute degli occupanti, al loro benessere e alla qualità degli ambienti interni.

Luca Verdi¹, Clara Peretti²

1. Laboratorio Analisi aria e radioprotezione, Appa Bolzano - Provincia autonoma di Bolzano
2. Consulente della Provincia autonoma di Bolzano

NOTE

¹ Il progetto è finanziato dal Ministero della Salute nell'ambito del Piano nazionale complementare "Salute, ambiente, biodiversità, clima" Codice progetto PREV-A-2022-12377013.



IL RUOLO DI APPA BOLZANO

La Provincia di Bolzano, capofila di NecessAria, svolge sia le attività di coordinamento del progetto sia le attività tecniche tramite il Laboratorio Analisi aria e radioprotezione di Appa Bolzano. Rappresenta il principale raccordo fra le tematiche ambientali, sanitarie e di efficienza energetica, svolgendo inoltre attività di divulgazione diversificata a seconda dei target. Tale ruolo si basa sulla solida esperienza pregressa legata alle valutazioni della qualità dell'aria indoor e del radon, con particolare attenzione alle realtà edilizie e organizzative scolastiche.

Nella prima parte di NecessAria sono state condivise le esperienze pregresse delle Unità operative. Ci si è concentrati soprattutto sui sistemi di ventilazione meccanica controllata (Vmc). Sono state selezionate scuole, nelle quali si sono svolti monitoraggi collegando i sensori a centraline dedicate. Le informazioni raccolte (temperatura, umidità e concentrazione di CO₂) sono state inviate a un cloud che è stato utilizzato anche come strumento di condivisione dei dati con le scuole stesse.

All'interno di NecessAria sono stati selezionati gli ambienti scolastici nei quali installare delle nuove Vmc, secondo i criteri elaborati nel corso del progetto stesso. Tali edifici sono stati sottoposti a variegate azioni di monitoraggio, compresa la valutazione di parametri soggettivi da parte dei fruitori.

Parallelamente all'analisi dei dati indoor e outdoor è in atto una grande raccolta dati sulle assenze: i dati vengono elaborati in modo congiunto confrontando aule con Vmc con aule senza Vmc.

ARIA INDOOR E RISCHI SANITARI, IL PROGETTO MISSION

MISSION MIRA A MIGLIORARE LA QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR NELLE SCUOLE TRAMITE MONITORAGGI E INTERVENTI, CREANDO UNA RETE INTERREGIONALE GUIDATA DA REGIONE LOMBARDIA, ATS MILANO E UNIVERSITÀ DELL'INSUBRIA CON 17 PARTNER NAZIONALI DI ENTI SANITARI, AGENZIE AMBIENTALI, UNIVERSITÀ E ISTITUTI DI RICERCA.

L'inquinamento atmosferico, sia indoor che outdoor, costituisce uno dei principali fattori di rischio per le malattie non trasmissibili, insieme a stili di vita non salutari. Considerato che gli individui trascorrono oltre il 90% del tempo in ambienti chiusi, l'esposizione agli inquinanti indoor rappresenta un aspetto chiave da valutare per la tutela della salute pubblica. Studiare la relazione tra qualità dell'aria indoor, sia dal punto di vista chimico sia biologico, e stato di salute, al fine di promuovere strategie di prevenzione e politiche integrate, rappresenta un'azione centrale per il sistema sanitario. L'attenzione alla qualità dell'aria indoor (*indoor air quality*, Iaq) riflette un indirizzo condiviso anche a livello europeo: la Commissione europea, nell'ambito del *green deal* e della strategia per la salute ambientale, ha ribadito la necessità di un approccio sistemico che unisca efficienza energetica, salubrità degli ambienti e mitigazione dei rischi sanitari. Gli edifici scolastici rappresentano un contesto prioritario per la tutela

della Iaq, poiché ospitano popolazioni vulnerabili in spazi ad alta densità, spesso caratterizzati da limitata ventilazione naturale e impianti datati. La pandemia da Sars-cov-2 ha messo in evidenza il ruolo dell'aerosol nella trasmissione dei virus respiratori, sottolineando l'importanza di strategie efficaci di mitigazione e controllo del rischio, anche mediante sistemi di ventilazione e filtrazione.

Numerose evidenze scientifiche mostrano che una scarsa Iaq incide negativamente sul rendimento scolastico e sul benessere psicofisico degli studenti. Inoltre, la consapevolezza dei rischi legati ad agenti cancerogeni come il gas radon ha rafforzato l'urgenza di approcci integrati per la prevenzione, il monitoraggio e la mitigazione dei rischi sanitari negli ambienti scolastici.

Finalità del progetto Mission

Nel quadro delle iniziative nazionali volte a tutelare la salute pubblica e l'ambiente, prende forma il progetto

Mission (monitoraggio e abbattimento dei rischi sanitari da inquinamento indoor), finanziato dal piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc) nell'ambito della missione 1.4 "Salute, ambiente, biodiversità e clima". Il progetto si colloca in continuità con le strategie delineate dal piano nazionale della prevenzione (Pnp) 2020–2025, che nella linea di supporto centrale n. 8 prevede la definizione di un piano nazionale per la qualità dell'aria indoor. L'obiettivo è quello di migliorare la qualità dell'aria negli ambienti chiusi, in particolare nelle scuole e negli edifici pubblici frequentati dai bambini, contribuendo così alla riduzione dei rischi sanitari legati all'inquinamento indoor e alla promozione di ambienti più salubri e sostenibili.

Il progetto Mission ha la finalità di costruire una rete tecnico-scientifica interregionale per la valutazione e il miglioramento della Iaq nelle scuole; prevede la realizzazione di una campagna nazionale di monitoraggio ambientale e di indagine sanitaria finalizzata alla valutazione dell'esposizione di alunni e insegnanti delle scuole primarie agli inquinanti presenti negli ambienti scolastici, della relazione di tale esposizione con la salute e dell'efficacia di interventi di mitigazione delle esposizioni mediante sistemi di purificazione e filtrazione dell'aria negli edifici scolastici selezionati. L'obiettivo finale è quello di fornire una base scientifica solida per la definizione di linee guida, raccomandazioni e protocolli operativi, favorendo così lo sviluppo di normative nazionali efficaci volte al miglioramento della qualità dell'aria negli ambienti chiusi e alla tutela della salute dei più giovani. Capofila del progetto è Regione Lombardia – Dg Welfare, con il coordinamento tecnico affidato all'Agenzia di tutela della salute Città metropolitana di Milano e il supporto scientifico dell'Università dell'Insubria. Il partenariato coinvolge 17 unità

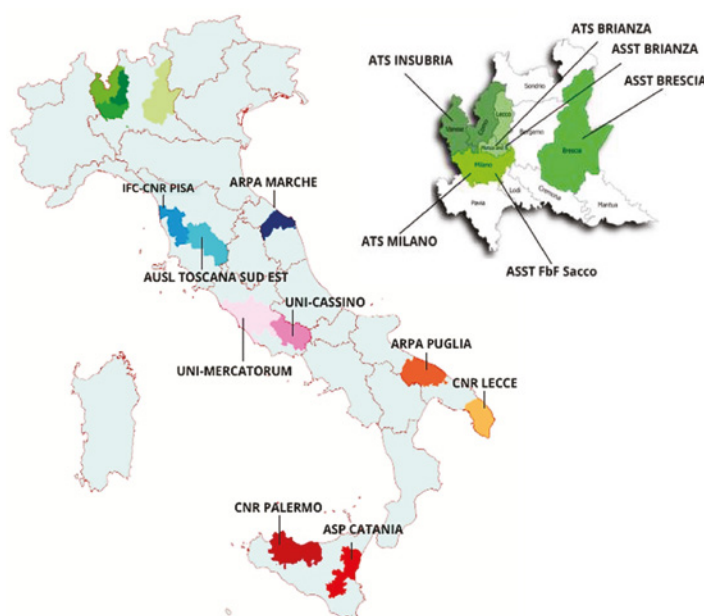


FIG. 1
PROGETTO MISSION

Unità operative incluse nel partenariato.

operative distribuite in sei regioni italiane (Lombardia, Toscana, Marche, Puglia, Lazio e Sicilia), rappresentative di enti sanitari, agenzie ambientali, università e istituti di ricerca del consiglio nazionale delle ricerche (Cnr).

Le Unità operative incluse nel partenariato hanno acquisito una specifica *expertise* nella conduzione di simili progetti nazionali ed europei. Il partenariato si è organizzato attraverso una rete che garantisce un approccio armonizzato a livello nazionale per lo studio della Iaq mediante monitoraggio ambientale, sanitario nonché la raccolta dei dati e le analisi statistiche integrate secondo un approccio multidisciplinare e interregionale, fondato sulla standardizzazione delle metodiche, la validazione dei protocolli di misura e la condivisione dei dati. La standardizzazione dei protocolli di misura, l'impiego di tecniche consolidate, analizzatori multiparametro e l'applicazione di circuiti di validazione interlaboratorio garantiscono la comparabilità dei risultati e la trasferibilità delle buone pratiche. Le attività di *citizen science* e di formazione costituiscono un ulteriore elemento di innovazione: studenti, insegnanti e amministratori locali sono coinvolti in campagne partecipative e percorsi formativi, favorendo una maggiore consapevolezza dei determinanti ambientali della salute e promuovendo un ruolo attivo della comunità scolastica nella gestione del rischio.

Metodologia e approccio multidisciplinare

Il progetto prevede un disegno metodologico articolato in sei linee operative.

1. Analisi della letteratura scientifica sulle sorgenti, i valori guida e sugli effetti sanitari dell'inquinamento indoor. Somministrazione di questionari, attraverso la selezione randomizzata, a un numero elevato di dirigenti scolastici, con l'obiettivo di acquisire informazioni sulle strutture scolastiche italiane e rilevare il livello di conoscenza nelle istituzioni.
2. Monitoraggio ambientale: campagna su larga scala per la caratterizzazione degli inquinanti chimici (particolato atmosferico, composti organici volatili, formaldeide, NO₂, O₃, CO, CO₂), fisici (radon) e biologici (carica batterica e micetica).
3. Monitoraggio sanitario: raccolta di dati epidemiologici relativi a sintomi

e patologie respiratorie e allergiche nei bambini e nei docenti, tramite questionari e test clinici non invasivi (Feno e spirometria).

4. Intervento migliorativo: installazione di purificatori d'aria dotati di sistema di filtrazione elettrostatico e valutazione della loro efficienza ed efficacia nel ridurre le concentrazioni di inquinanti e migliorare gli indicatori di salute respiratoria.

5. Creazione di una piattaforma informatica nazionale per la raccolta e l'analisi integrata dei dati ambientali e sanitari.

6. Formazione e disseminazione per promuovere consapevolezza e competenze sulla Iaq nelle comunità scolastiche attraverso piattaforme *open source*, corsi di formazione, social media ed eventi scientifici.

Disegno dello studio

Si tratta di uno studio osservazionale articolato in due fasi principali della durata complessiva di quattro anni (2024–2026).

Fase 1 – basale (novembre 2024 –maggio 2025).

Analisi ambientali e indagine sanitaria in 41 scuole elementari (123 aule, circa 2500 studenti di età <12 anni) distribuite in 5 regioni italiane (Lombardia, Toscana, Marche, Puglia e Sicilia). Tale fase è conclusa ed è in corso l'analisi dei dati.

Fase 2 – follow-up (novembre 2025 – maggio 2026).

Nelle stesse scuole, previa installazione di purificatori d'aria in metà degli edifici, verranno ripetute le indagini ambientali-sanitarie per valutare l'efficacia dell'intervento.

Ogni scuola sarà monitorata per 5 giorni consecutivi.

Selezione delle scuole e popolazione in studio: criterio di selezione è la distanza da strade ad alto traffico (<100 metri) e l'anno di costruzione/ristrutturazione.

Suole da selezionare: 41 rappresentative delle diverse condizioni territoriali e socio-ambientali, 2.500 studenti di età tra 6 e 12 anni, oltre a genitori e insegnanti, che compileranno specifici questionari. Monitoraggio ambientale: in ogni aula, indoor e outdoor; prevede l'impiego di diverse tipologie di strumenti, campionatori passivi per la raccolta di Voc, NO₂, formaldeide e ozono su base settimanale; campionatori attivi per il monitoraggio in continuo di PM, CO₂, CO e Voc su 24 ore; campionatori microbiologici per il prelievo *short-term* di bioaerosol su opportuni terreni di



coltura al fine di quantificare la carica microbica (batterica e fungina); dosimetri passivi per la stima della concentrazione di radon indoor sul lungo periodo.

Monitoraggio sanitario: l'indagine si basa su tre tipi di questionari:

- alunni: somministrato in presenza da un operatore, indaga sintomi respiratori, percezione della qualità dell'aria e condizioni microclimatiche
- genitori: autosomministrato, raccoglie informazioni su abitudini domestiche, fattori di rischio ambientale, fumo passivo e storia familiare di malattie respiratorie
- insegnanti: esplora la salute respiratoria e la percezione ambientale del personale docente. In un sottocampione di studenti sono effettuati due test clinici non invasivi: Feno (ossido nitrico frazionale esalato), marker di infiammazione delle vie aeree; spirometria, misura della funzione respiratoria secondo gli standard *American thoracic society* e *European respiratory society*. I dati raccolti (ambientali e sanitari) sono registrati su una piattaforma informatica centralizzata gestita dal Cnr-Ift. L'accesso è regolato tramite *role-based access control* (Rbac) e protocolli di cifratura, in conformità al Gdpr. I dataset sono elaborati per analisi statistiche integrate e per la costruzione di un database relazionale nazionale sulla Iaq nelle scuole italiane.

Risultati attesi

Il progetto si propone di:

- quantificare i livelli di inquinamento e infiltrazione indoor/outdoor nelle scuole primarie italiane
- identificare correlazioni significative tra esposizione agli inquinanti e sintomatologia respiratoria/allergica nei bambini
- valutare efficienza ed efficacia di purificatori d'aria a filtrazione elettrostatica nel migliorare la Iaq e ridurre il rischio sanitario
- fornire basi scientifiche per linee

TAB. 1
FASI DEL PROGETTO

Attività svolte in ogni fase del progetto Mission.

Campagna	nov 2024 – feb 2025			nov 2025 – feb 2026						Durata
Tipo di scuole	campione selezionato di scuole			aule non soggette a intervento migliorativo			aule soggette a intervento migliorativo			
Monitoraggio	indoor con bambini	outdoor	indoor senza bambini	indoor con bambini	outdoor	indoor senza bambini	indoor con bambini	outdoor	indoor senza bambini	
Inquinanti monitorati mediante campionamenti passivi										
Cov	X	X	X	X	X		X	X		5 giorni
HCOH	X	X	X	X	X		X	X		5 giorni
NO ₂	X	X	X	X	X		X	X		5 giorni
Ozono	X	X	X	X	X		X	X		5 giorni
Campionamenti strumentali										
CO, CO ₂ , Voc	X		X	X		X	X		X	24 ore
PM _{2,5} , PM ₅ , PM ₁₀	X		X	X		X	X		X	24 ore
Campionamenti microbiologici										
Carica batterica mesofila	X		X	X		X	X		X	Istantaneo, 6 repliche/gg
Carica batterica psicrofila	X		X	X		X	X		X	Istantaneo, 6 repliche/gg
Miceti	X		X	X		X	X		X	Istantaneo, 6 repliche/gg
Campionamento agenti fisici										
Radon	X			X			X			1xl anno 2x6 mesi

guida e raccomandazioni operative sulle strategie di prevenzione e mitigazione dell'inquinamento indoor nelle scuole.

Discussione e implicazioni

Sebbene il campione non possa rappresentare l'intero panorama nazionale, la distribuzione geografica e la standardizzazione metodologica garantiscono un quadro ampio e aggiornato delle condizioni sanitarie e di inquinamento negli edifici scolastici italiani.

La variabilità climatica e strutturale tra le regioni, nonché la variabilità del contesto locale, potrà introdurre fattori di confondimento, ma il monitoraggio contemporaneo indoor/outdoor, l'approccio multidisciplinare e il training degli operatori mirano a ridurre al minimo tali bias.

A lungo termine, i risultati contribuiranno allo sviluppo di politiche pubbliche basate sull'evidenza scientifica per la gestione della Iaq negli edifici scolastici, con benefici diretti sulla salute dei bambini e sull'intera comunità educativa.

Conclusioni

Mission rappresenta un modello di collaborazione istituzionale e scientifica che coniuga ricerca applicata, prevenzione sanitaria e sostenibilità ambientale. Il progetto potrà fornire le basi per la definizione di standard nazionali sulla Iaq e linee guida operative per la migliore gestione e riqualificazione del patrimonio edilizio scolastico.

La piattaforma dati consentirà di costruire indicatori di rischio e di supportare le politiche regionali e nazionali in materia di salute ambientale. L'approccio adottato potrà essere esteso ad altri contesti pubblici. In prospettiva, Mission potrà rappresentare un riferimento metodologico per programmi futuri di monitoraggio ambientale-sanitario e per la promozione di ambienti di vita e di lavoro più salubri, sostenibili e inclusivi.

Veronica Todeschini¹, Alessandro Palestra², Sonia Vitaliti², Andrea Cattaneo³, Sandra Baldacci⁴

1. Dg Welfare, Regione Lombardia
2. Ats Città metropolitana di Milano
3. Università dell'Insubria
4. Istituto di fisiologia clinica Cnr

Categoria	Partecipanti
Dirigenti scolastici	51
Insegnanti	174
Genitori	592
Bambini	1.106
Test spirometrici eseguiti	538

TAB. 2 ADESIONI AL MONITORAGGIO SANITARIO
I valori riportati sono provvisori e potrebbero subire variazioni al rialzo, poiché il processo di data cleaning non è ancora concluso.

Parametro	n. di campioni
Voc	205
HCOH	205
O ₃	205
NO ₂	205
Piastre Petri microbiologiche	2.337
Dosimetri radon	123
Monitoraggi con strumentazione attiva	> 4.000 h

TAB. 3 CAMPIONI ANALIZZATI DAI LABORATORI

Tipologia	n.
Scuole	41
Aule investigate	123

TAB. 4 VOLUME DI INDAGINE EFFETTIVO
Valori alla conclusione della fase I.

IL RUOLO DI ARPA MARCHE E ARPA PUGLIA

Arpa Marche

Il progetto Mission ha l'obiettivo di migliorare la qualità dell'aria interna (Iaq) nelle scuole italiane, riducendo i rischi sanitari per bambini e personale scolastico. Durante la fase investigativa sono stati effettuati monitoraggi ambientali e sanitari per valutare la correlazione tra Iaq e salute respiratoria. Nelle Marche, Arpa ha condotto il monitoraggio in 8 scuole della provincia di Ancona, con il supporto dell'Istituto zooprofilattico sperimentale.

La fase migliorativa prevede l'installazione di purificatori d'aria con filtri Hepa nel 50% delle aule. I monitoraggi saranno ripetuti per confrontare i risultati tra aule senza interventi (gruppo A) e aule con purificatori (gruppo B). I dati raccolti serviranno a valutare l'efficacia degli interventi e a elaborare linee guida e protocolli per la gestione sostenibile della Iaq nelle scuole, con potenziale applicazione anche in altri contesti edilizi.

Arpa Puglia

Le attività in capo ad Arpa Puglia prevedono:

- un programma di monitoraggio indoor per la determinazione dei principali parametri microclimatici nonché della determinazione di un set di inquinanti chimici, fisici e microbiologici
- un monitoraggio sanitario su un campione della popolazione scolastica per la valutazione degli effetti sulla salute associati all'inquinamento indoor mediante esecuzione di test di funzionalità respiratoria (esame spirometrico e test dell'ossido nitrico esalato) su alunni e distribuzione di questionari riguardanti la salute respiratoria/allergica dei soggetti, le infezioni virali da agenti patogeni respiratori e l'assenteismo scolastico rivolto a personale scolastico, genitori o tutori e alunni. I dati raccolti implementeranno una piattaforma per elaborare analisi statistiche con l'intento di abbattere i principali fattori di rischio attraverso la stesura di protocolli nazionali.

Infine Arpa Puglia partecipa alla realizzazione di azioni di *citizen science* e progettazione di un percorso di formazione per migliorare la consapevolezza individuale sui rischi per la salute derivanti dall'esposizione a una cattiva Iaq (*indoor air quality*) e per promuovere interventi di riqualificazione edilizia che mitigano tali rischi.

Attività svolte (inizio studio febbraio 2025): si è proceduto con la selezione di 4 scuole nella città di Bari che rispondevano ai requisiti tecnici definiti dal progetto. In ognuna di esse sono state individuate 3 aule in cui svolgere lo studio, ossia 2 campagne di monitoraggio di cui la prima a febbraio 2025 e la seconda a febbraio 2026 dopo installazione dei sistemi di purificazione dell'aria.

La prima campagna condotta è stata eseguita all'interno delle aule selezionate e nel corrispondente outdoor. In particolare sono stati monitorati inquinanti chimici ($PM_{2.5}$, PM_{10} , Cov , O_3 e H_2CO , CO , CO_2), fisici (radon), temperatura, umidità e parametri microbiologici. Contestualmente sono stati monitorati i parametri chimici all'esterno della scuola al fine di individuare il contributo outdoor. Ai fini del monitoraggio biologico sono stati somministrati i questionari al dirigente scolastico, al corpo docente, agli alunni e genitori o tutori legali delle classi selezionate. Inoltre si è proceduto con l'esecuzione di test di funzionalità respiratoria (esame spirometrico e test dell'ossido nitrico esalato) su alunni autorizzati (almeno il 50% degli alunni per ogni classe). I dati raccolti e i risultati dei questionari sono stati inseriti nella piattaforma telematica nazionale ai fini del trattamento statistico dei dati. Nel prossimo anno sarà valutato l'impatto dell'installazione di sistemi di purificazione sulla qualità dell'aria indoor (Iaq) nel 50% delle classi oggetto di studio: dopo installazione dei purificatori sarà ripetuta la campagna di monitoraggio indoor e outdoor nella sua interezza. I dati raccolti costituiranno un repository a cui fare riferimento.



UN BIOMONITORAGGIO DI MICRO E NANOPLASTICHE BIODEGRADABILI

IL PROGETTO BIOPLAST4SAFE HA L'OBIETTIVO DI VALUTARE I RISCHI AMBIENTALI E SANITARI DELLE BIOPLASTICHE CON UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE TRA ECOLOGIA, ECOTOSSICOLOGIA, FISICA, CHIMICA E MICROBIOLOGIA, SECONDO L'APPROCCIO ONE HEALTH, UNENDO RICERCA SPERIMENTALE, BIOMONITORAGGIO E COMUNICAZIONE EVIDENCE-BASED.

Il progetto Bioplast4safe dal titolo "Biomonitoraggio di micro- e nanoplastiche biodegradabili: dall'ambiente all'uomo in una prospettiva *One health*" è stato finanziato per quattro anni, dal 2023 al 2026, dal Piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc) al Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr), nell'ambito della linea di intervento 6 "Ricerca applicata per la valutazione dell'impatto sulla salute dei rischi ambientali", per l'investimento E.1 dedicato alla "Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-biodiversità-clima". Bioplast4safe affronta la problematica dell'inquinamento da plastica con un approccio multidisciplinare tra ecologia, (eco)tossicologia, fisica, chimica e microbiologia, all'interfaccia tra la valutazione di rischio ambientale e quella di rischio sanitario, fortemente ispirato ai principi della *One health*, nella convinzione che la salute umana, animale e ambientale siano strettamente interconnesse. Allo scopo si è costituito un partenariato con competenze integrate, con capofila la Regione Campania (referente Massimo Bisogno) e il coinvolgimento di cinque enti di ricerca: Istituto superiore di sanità - Iss (referenti Beatrice Bocca e Cristina Andreoli), Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale - Ispra (referente Loredana Manfra), Stazione zoologica Anton Dohrn - Szn (referente Maria Costantini), Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto per i polimeri, compositi e biomateriali - Cnr-Ipcb (referente Mariacristina Cocca) e Università di Napoli Federico II (referente Giovanni Libralato), nonché delle Regioni Lazio ed Emilia-Romagna, rispettivamente legalmente rappresentate dall'Agenzia regionale per la protezione ambientale - Arpa Lazio (referente Alessandra Giuliani) e dall'Azienda ospedaliero-

universitaria di Parma (referente Caterina Caminiti). L'obiettivo generale del progetto è quello di migliorare la qualità, la portata e l'efficienza della valutazione dei rischi per l'ambiente e la salute umana in relazione ai prodotti derivanti dall'industria della plastica, con particolare interesse alle plastiche biodegradabili (da materie prime di origine vegetale o petrolchimica che si decompongono grazie ai microrganismi) e alle forme micro- e nanometriche, (particelle con dimensioni più piccole di 5 millimetri fino a livello micrometrico nel caso delle microplastiche - Mps e particelle sotto i 100 nanometri nel caso delle nanoplastiche - Nps). Bioplast4safe segue tre principali linee di attività: una valutazione del rischio ambientale associato alle micro e nanoplastiche (Mnps), una valutazione di rischio sanitario e un approccio *evidence-based* di comunicazione sulla tematica dell'inquinamento da plastica.

La valutazione di rischio ambientale è orientata a simulare il rilascio di particelle di plastica da prodotti di uso quotidiano (stoviglie, giocattoli, imballaggi, tessuti ecc.) e il loro impatto su modelli biologici consolidati, attraverso le seguenti linee di ricerca applicata:

- lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche e morfologiche di Mnps
- lo studio dei processi di degradazione e trasformazione delle plastiche in ambiente e la misura di Mnps in differenti matrici ambientali (acqua, sedimento, suolo)
- lo studio degli effetti ecotossicologici derivanti dall'esposizione degli organismi a Mnps
- lo studio dei potenziali effetti sinergici e cumulativi delle Mnps con altri potenziali contaminanti ambientali
- la valutazione del bioaccumulo di Mnps e del potenziale trasferimento da un livello trofico al successivo mediante la dieta.

IL RUOLO DI ISPRA E ARPA LAZIO

Ispra

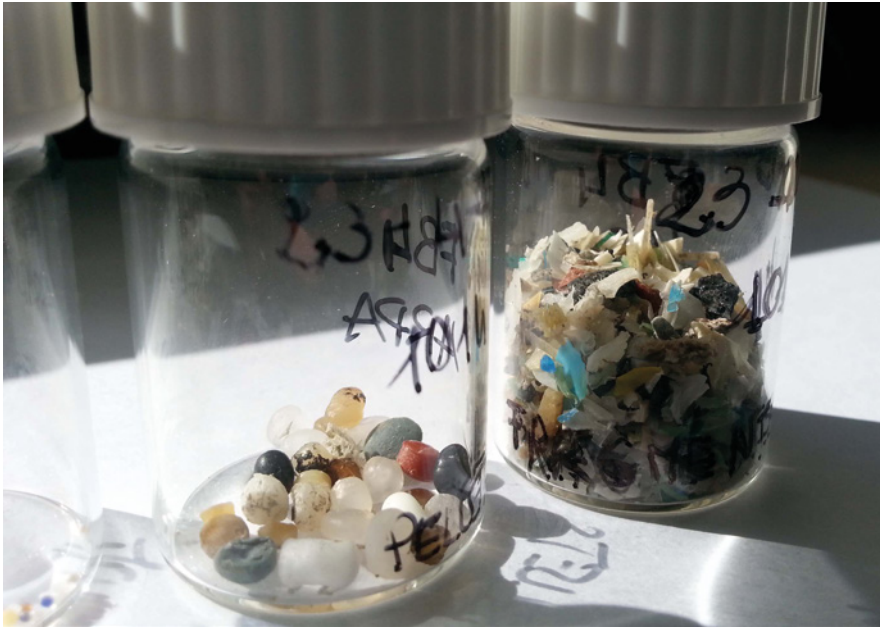
Nell'ambito del progetto Bioplast4safe Ispra concorre allo svolgimento delle tre principali linee di attività già menzionate di valutazione del rischio ambientale associato alle Mnps, di valutazione del rischio sanitario e di comunicazione *evidence-based* sulla tematica dell'inquinamento da plastica. Nello specifico, contribuisce a:

- valorizzare il capitale umano finanziando uno dei cinque dottorati di ricerca previsti nell'ambito di Bioplast4safe
- realizzare le attività di ricerca applicata riguardanti il quadro metodologico per la determinazione delle Mps in specie destinate al consumo umano e il profilo (eco) tossicologico di Mps prodotte dalla degradazione di plastiche derivate da fonti fossili e da biomasse
- studiare i meccanismi di potenziale trasferimento trofico dall'ambiente all'uomo
- identificare soggetti e organismi a rischio
- valorizzare e diffondere le evidenze scientifiche
- supportare il quadro regolatorio e istituzionale riferito alla tematica della plastica.

Arpa Lazio

Arpa Lazio collabora con la Regione capofila agli aspetti di comunicazione del progetto, favorendo l'aggiornamento del portale web Bioplast4safe affinché possa funzionare come strumento strategico per la gestione, la condivisione e la valorizzazione dei risultati scientifici e operativi.

Bioplast4safe promuove una comunicazione *evidence-based*, accessibile e partecipata - capace di tradurre i risultati della ricerca su Mnps in informazioni chiare, comprensibili e socialmente rilevanti - e la sensibilizzazione della popolazione, orientando abitudini quotidiane e decisioni collettive verso la riduzione dell'esposizione e la mitigazione del rischio ambientale e sanitario.



La valutazione di rischio sanitario nel progetto Bioplast4safe si concentra sull'identificazione e caratterizzazione dell'esposizione umana a Mnps, anche alla luce di aumentati rischi derivanti dalla recente letteratura di settore in relazione all'esposizione a Mnps per alcune patologie, ma ancora in assenza di un nesso causale acclarato. L'esposizione umana è studiata analizzando alcuni degli alimenti presenti nella dieta mediterranea (sale da tavola, pescato ecc.) e alcuni campioni biologici umani (sangue, urine, e latte materno) alla ricerca di particelle di plastica al fine di comprendere i quantitativi di esposizione e i possibili rischi per la salute. I metodi adottati in entrambe le linee di ricerca applicata combinano approcci sperimentali e analitici avanzati per la misura delle concentrazioni delle Mnps, utilizzo di modelli in vitro di barriera intestinale per simulare il loro assorbimento e studi ecotossicologici e di bioaccumulo su organismi rappresentativi della catena trofica per comprendere il trasferimento trofico fino all'uomo.

La comunicazione, il coinvolgimento degli stakeholders e la partecipazione dei cittadini costituiscono una dimensione trasversale e strategica per garantire la trasparenza, la circolazione delle conoscenze e la trasformazione dei risultati scientifici in azioni concrete di prevenzione e governance ambientale. Per consentire questo è stato sviluppato un portale web dedicato, integrato con i siti istituzionali dei partner e accessibile ai diversi portatori di interesse (enti pubblici, ricercatori, decisori politici e cittadini). Il portale costituisce un hub informativo e collaborativo, in cui

confluiscono dati, report tecnici, linee guida, prodotti scientifici e materiali divulgativi, garantendo trasparenza, interoperabilità e aggiornamento continuo. Le piattaforme digitali (Teams, Zoom, Dropbox, area riservata del sito) sono impiegate come strumenti di coordinamento e monitoraggio delle attività delle unità operative, favorendo il lavoro integrato e lo scambio di dati sperimentali e documentali in tempo reale. Il portale pubblico contiene inoltre sezioni dedicate alla divulgazione scientifica, ai questionari di partecipazione e ai video promozionali (YouTube, LinkedIn), per aumentare l'impatto comunicativo e la consapevolezza ambientale. Al fine di produrre un reale cambiamento culturale e comportamentale, una campagna di sensibilizzazione *evidence-based* accessibile e partecipata, condotta con strumenti validati e standardizzati, è stata realizzata partendo da una indagine nazionale rappresentativa e ha fornito un quadro aggiornato delle percezioni, conoscenze e comportamenti dei cittadini rispetto ai rischi per l'ambiente e la salute umana legati alle Mnps.

L'impatto scientifico che ci aspettiamo di avere da Bioplast4safe riguarda azioni di promozione, sviluppo e supporto alla ricerca applicata, attraverso le evidenze sugli effetti di Mnps e sulle potenzialità di passaggio delle stesse dall'ambiente all'uomo; la creazione di banche dati e la condivisione di approcci metodologici, protocolli operativi di analisi, scenari di esposizione per organismi e gruppi umani, nonché report tecnici e possibili linee guida per la gestione del rischio ambientale e sanitario. Le evidenze

scientifiche del progetto potranno inoltre rafforzare e supportare il contesto regolatorio e istituzionale riferito alla tematica della plastica, in termini di indicazioni regolatorie per la loro gestione in una prospettiva *from science to action* e in termini di creazione di una *short-list* di polimeri a maggiore criticità per la loro trasferibilità lungo la catena trofica. Dal punto di vista tecnologico tutto questo potrà supportare sia la produzione di polimeri con minori criticità ambientale e sanitaria nell'ottica di un approccio *safe-by-design* sia le strategie di mitigazione dell'inquinamento, includendo le tecnologie per la riduzione delle plastiche in ambiente e le potenziali tecniche di *bioremediation*. La trasferibilità e replicabilità del modello proposto dal progetto è garantita dall'approccio metodologico, dalla flessibilità dei protocolli applicabili a diverse matrici e contesti territoriali, come possibile sostegno a strumenti di supporto decisionale regolatorio. Le attività di comunicazione e sensibilizzazione, comprese piattaforme digitali e materiali divulgativi, favoriscono l'adozione del modello da parte di enti pubblici, autorità locali, comunità scientifica e società civile, anche a livello internazionale. I principali vincoli riguardano la complessità dei campioni biologici umani e ambientali, le autorizzazioni etiche per il biomonitoraggio e le variabili legate a contaminazioni crociate, mentre le opportunità includono l'acquisizione di dati originali sulle Mnps biodegradabili, la possibilità di definire strategie di mitigazione dei rischi, e la creazione di una rete nazionale di competenze altamente interdisciplinari, pronta a essere estesa anche a contesti europei e transfrontalieri.

In sintesi, Bioplast4safe rappresenta un approccio integrato e scalabile per la sorveglianza ambientale e sanitaria, con chiari impatti scientifici, regolatori e sociali.

Loredana Manfra¹, Giovanni Libralato², Massimo Bisogno³ e il GdI Bioplast4safe

1. Ispra, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale

2. Università di Napoli Federico II, dipartimento di Biologia

3. Ufficio speciale per l'amministrazione digitale, Regione Campania

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto Pnc Bioplast4safe - Biomonitoraggio di micro e nanoplastiche biodegradabili: dall'ambiente all'uomo in una prospettiva *One health* - con il supporto tecnico ed economico del Ministero della Salute.

PORTI E SALUTE: UNA RELAZIONE COMPLESSA

LE CITTÀ PORTUALI ITALIANE SONO INFRASTRUTTURE STRATEGICHE PER IL COMMERCIO INTERNAZIONALE E IL TURISMO MA LA LORO INTEGRAZIONE NEL TESSUTO URBANO È ARTICOLATA E GENERA PRESSIONI AMBIENTALI E SANITARIE DI GRANDE RILEVANZA. IL PROGETTO SALPIAM APPROFONDISCE QUALITÀ DELL'ARIA E INQUINAMENTO ACUSTICO.

I porti non sono semplici punti di transito: sono sistemi complessi che interagiscono con la città attraverso flussi di merci, persone e veicoli, creando una pressione costante sull'ambiente. Le emissioni derivanti dalle navi in manovra e in fase di hotelling, dai mezzi pesanti e dalle operazioni di carico e scarico contribuiscono alla formazione di inquinanti atmosferici come PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e *black carbon*, sostanze note per i loro effetti nocivi sulla salute. A queste si aggiungono le particelle ultrafini, capaci di penetrare in profondità nei polmoni e raggiungere il sistema circolatorio, aumentando il rischio di patologie croniche e di eventi acuti come infarti e ictus. Parallelamente, il rumore impulsivo generato dalle operazioni portuali e dal traffico marittimo e terrestre è associato a disturbi del sonno, stress, incremento della pressione arteriosa e *annoyance*. L'Oms considera il rumore



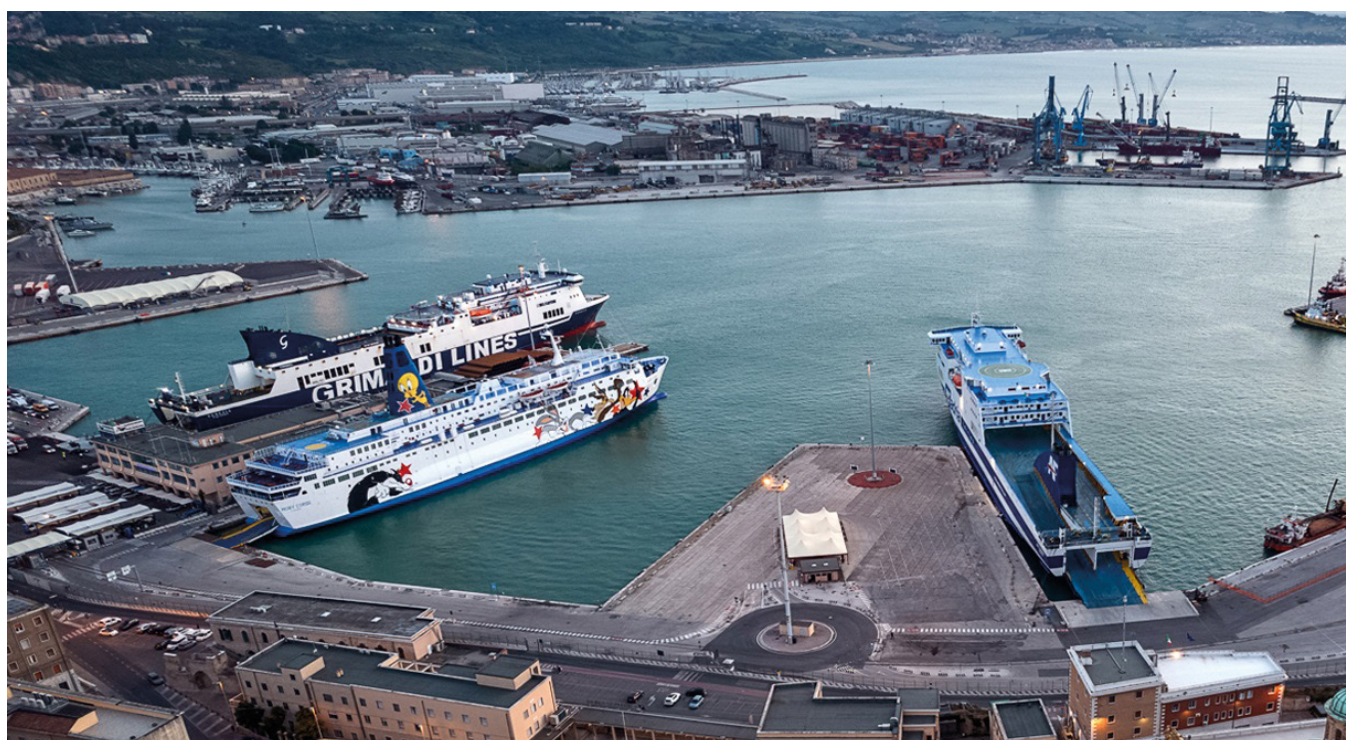
SalPIAm

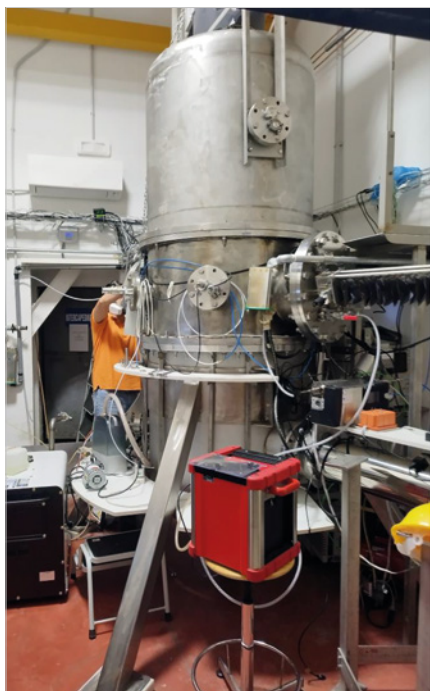
**Salute Porti Inquinamento Ambiente
Sostenibilità Città Portuali**

ambientale fattore di rischio per malattie cardiovascolari e per la salute mentale, e raccomanda limiti più stringenti rispetto a quelli attualmente adottati in molte aree urbane. Tuttavia, le evidenze specifiche per le città portuali italiane restano limitate. La variabilità delle flotte, dei combustibili, le caratteristiche climatiche e la densità abitativa rendono complessa la valutazione dell'impatto reale sulla salute. Questa frammentarietà informativa ostacola la pianificazione di interventi mirati e ritarda l'adozione di politiche efficaci di mitigazione, con conseguenze dirette sulla qualità della vita delle

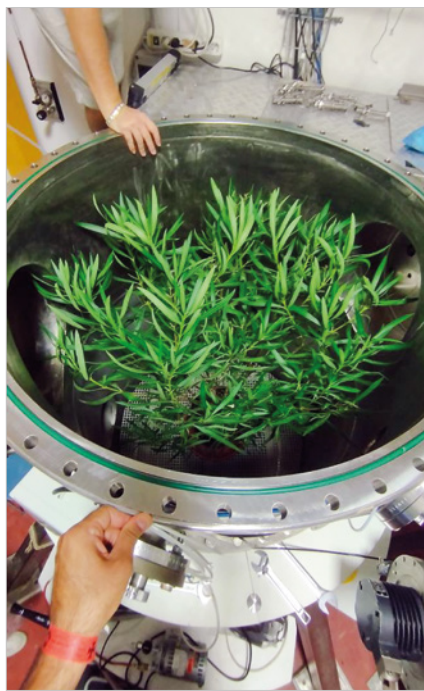
comunità residenti. Il progetto Salpam, "Sostenibilità per l'ambiente e la salute dei cittadini nelle città portuali in Italia", ha l'obiettivo di approfondire la relazione tra attività portuali, qualità ambientale e salute, in un contesto urbano a elevata complessità. Il progetto si concentra su due dimensioni di rischio: la qualità dell'aria, monitorata nei porti di Genova, Civitavecchia, Ancona, Bari e Brindisi, e l'inquinamento acustico, analizzato nel porto di Piombino.

L'obiettivo è stimare l'esposizione della popolazione agli inquinanti e al rumore, valutare gli impatti sanitari associati e





2



3



4

costruire scenari evolutivi in funzione delle politiche portuali attuali e previste, nonché proporre misure di mitigazione come l'inverdimento mirato delle aree portuali e l'adozione di tecnologie innovative per ridurre le emissioni.

Metodi integrati, obiettivi misurabili e risultati attesi

Salpiani propone un approccio multidisciplinare che unisce competenze ambientali ed epidemiologiche per individuare e valutare l'efficacia di soluzioni finalizzate al contenimento dell'esposizione della popolazione ai fattori di rischio collegati alle attività portuali. Esso si colloca tra le iniziative a elevata sinergia istituzionale della linea di investimento 1.4: per la realizzazione degli obiettivi progettuali operano insieme enti del servizio sanitario nazionale (Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario della Regione Lazio - Asl Rm 1, Aress Puglia), del sistema nazionale di protezione ambientale (Ispra, Arpa Toscana, Arpa Marche) e Università (Università degli studi di Genova, Università Vanvitelli di Napoli); sono state attivate collaborazioni con Arpa Lazio, Arpa Puglia, Sapienza Università di Roma, Università Federico



5

II di Napoli e con le Autorità portuali delle città coinvolte. La metodologia di lavoro si basa sull'integrazione di dati provenienti da reti di monitoraggio di routine, campagne di misura progettate *ad hoc* e modelli statistici ad alta risoluzione spaziale. A oggi sono stati sviluppati protocolli operativi per l'analisi retrospettiva dei dati ambientali e per la stima dei trend degli inquinanti, applicando modelli statistici avanzati come Inla-Spde e Gam, capaci di gestire la variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni. È stato creato un database con una risoluzione spaziale di 1 km² e temporale giornaliera per PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂, integrato con dati meteorologici e informazioni sulle attività portuali. Sono state avviate campagne di misura intensive, come quella nel porto di Civitavecchia,

per validare i modelli e aumentare la risoluzione spaziale fino all'indirizzo di residenza.

Piombino ha ospitato campagne di monitoraggio acustico con postazioni fisse e mobili, finalizzate alla calibrazione di modelli *open source* (Sumo per il traffico e NoiseModelling per il rumore), capaci di generare mappe acustiche aggiornabili ogni 15 minuti. Questi strumenti consentono di simulare scenari controfattuali, valutando l'efficacia di interventi come la riduzione dei limiti di velocità o la modifica delle regole di instradamento dei veicoli. A Cagliari sono state condotte simulazioni per la riduzione dell'impatto sonoro attraverso l'impiego di superfici fonoassorbenti antivibranti sul molo di attracco. È stata anche condotta una revisione sistematica di letteratura per sintetizzare

1 Porto di Ancona.

2-3 Caso di studio Genova.

4-5 Esempio di siti influenzati dal traffico.

le evidenze di associazione tra qualità dell'aria portuale e stato di salute della popolazione, con particolare attenzione a incidenza di tumore, mortalità e ospedalizzazioni. I risultati della revisione sistematica della letteratura hanno rappresentato la base per impostare al meglio lo studio di coorte residenziale sulle popolazioni esposte nelle città portuali di Civitavecchia, Brindisi e Bari, finalizzato ad analizzare l'associazione tra esposizione a inquinamento atmosferico ed esiti sanitari, al netto dello stato socioeconomico e di fattori di rischio individuale. La fattibilità dell'avvio dello studio di coorte è in fase di valutazione da parte del tavolo tecnico interistituzionale che si occupa del porto di Ancona. Il protocollo dello studio di coorte è stato il frutto di un lavoro condiviso tra strutture ambientali e strutture di epidemiologia e rappresenta uno dei risultati dell'integrazione funzionale di progetto.

Per tutti i comuni inclusi nel progetto, Salpam prevede uno studio di valutazione di impatto (Vis), un approccio comparativo che consente di stimare, in termini di riduzione di malattie e morti premature, i benefici derivanti dall'adozione di interventi finalizzati alla riduzione delle emissioni. Tra gli interventi innovativi figurano il *cold ironing*, tecnologia che permette alle navi di spegnere i motori durante l'ormeggio collegandosi alla rete elettrica, riducendo drasticamente le emissioni di NO₂ e PM, e l'inverdimento mirato delle aree portuali.

La collaborazione con Arpa Lazio e Arpa Puglia sta consentendo di mettere a punto una valutazione dell'impatto integrato ambiente e salute degli scenari emissivi che conseguono la realizzazione degli interventi di *cold ironing* da parte delle autorità portuali di Civitavecchia e di Bari e Brindisi. A Genova è in corso una sperimentazione finalizzata a valutare il ruolo del verde urbano

nella mitigazione dell'inquinamento atmosferico. La metodologia si fonda sulla raccolta e sull'esame di foglie di diverse specie vegetali utilizzate come bioaccumulatori naturali. Le foglie vengono selezionate allo stereomicroscopio, essiccate, metallizzate e analizzate mediante microscopia elettronica a scansione (Sem-Edx), così da quantificare abbondanza e diametro delle polveri depositate. Tale sistema di analisi consente di ottenere dati ad alta risoluzione sulla captazione del particolato atmosferico (PM), particolarmente rilevante nei contesti portuali. A questo si aggiunge la validazione condizioni controllate entro una camera di simulazione atmosferica (Chambre), dove specie ornamentali comunemente utilizzate nelle infrastrutture verdi urbane, come *Myrtus communis*, *Nerium oleander* e *Taxus baccata*, vengono esposte ad aerosol a composizione nota (PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x e mix di questi, rispettivamente) per verificare la loro capacità di rimozione, integrando così i risultati ottenuti in campo con dati sperimentali robusti. Parallelamente, il progetto sviluppa strumenti operativi a supporto della pianificazione. Tra questi, la produzione di *heatmap* georeferenziate che rappresentano la capacità delle alberature urbane di Genova di accumulare PM, rendendo immediatamente leggibili le aree di maggiore efficacia e le zone in cui interventi di incremento del verde potrebbero essere più strategici. Tali elaborazioni confluiscono in un prototipo di applicazione webgis pensato per tecnici, amministratori e progettisti, che permette di selezionare specie, classi diametriche e parametri di captazione per pianificare inverdimenti funzionali al miglioramento della qualità dell'aria, favorendo decisioni basate su criteri scientifici. Gli output in corso di sviluppo includono anche dati integrate, mappe di performance vegetale e strumenti



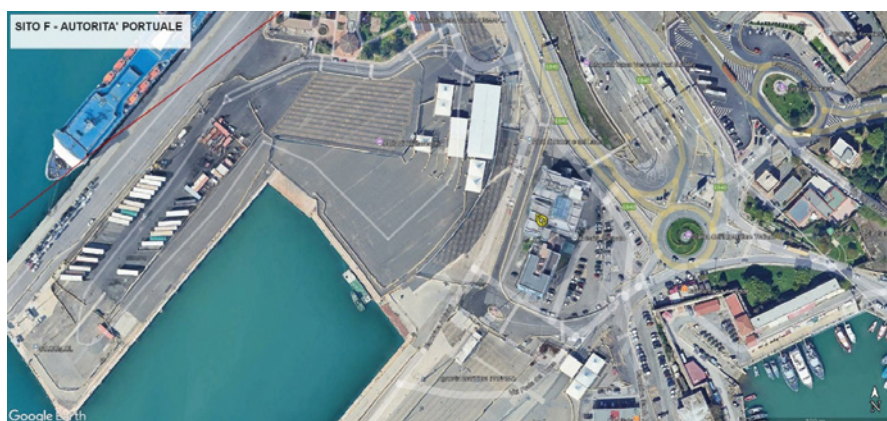
6

digitali destinati a diventare supporti stabili alla gestione urbana. L'approccio è progettato in modo da essere replicabile in altri porti italiani ed europei: le procedure di campionamento, le analisi e le modalità di georeferenziazione sono infatti standardizzate, mentre i modelli sono adattabili ai differenti contesti climatici e morfologici. Ogni azione è accompagnata da indicatori di efficacia misurabili, in un'ottica di adattamento dinamico delle strategie e di trasferibilità dei risultati. La sinergia tra Snps, Snpa, Arpa e università garantisce la robustezza scientifica del disegno, mentre il coinvolgimento delle autorità portuali consente di valutare scenari controfattuali legati a politiche di riduzione delle emissioni e del rumore.

Innovazione e prospettive per la salute pubblica

Il valore aggiunto del progetto risiede nella capacità di trasformare evidenze scientifiche in strumenti operativi per la governance urbana. La costruzione di un modello integrato di gestione delle pressioni ambientali supera la frammentarietà istituzionale e favorisce l'intersettorialità tra ambiente, salute e pianificazione.

Tra le varie attività promosse dal progetto, vi sono anche quelle collegate alla formazione, con l'attivazione di una borsa di dottorato di ricerca, di un modulo di epidemiologia ambientale nel master di epidemiologia dell'Università Vanvitelli e l'organizzazione, insieme



7

6-7 Esempio di siti influenzati principalmente dalle attività portuali.

ad altri progetti del piano nazionale complementare, di un corso residenziale sui metodi per la valutazione dell'esposizione, lo studio degli effetti e la stima degli impatti dell'inquinamento atmosferico.

La disseminazione dei risultati attraverso il sito web (www.salpam.it), newsletter, eventi nazionali e internazionali e la collaborazione con associazioni come "Cittadini per l'aria" rafforza la consapevolezza collettiva e la partecipazione informata. Le città coinvolte – Genova, Piombino, Ancona, Cagliari, Civitavecchia, Bari e Brindisi – rappresentano un campione eterogeneo per vocazione economica, densità abitativa e caratteristiche climatiche, offrendo un laboratorio ideale per

sviluppare scenari replicabili in altre realtà portuali italiane ed europee. In prospettiva, l'approccio proposto non si limita alla riduzione della pressione ambientale, ma contribuisce alla resilienza urbana, alla sostenibilità energetica e alla tutela della salute pubblica. La possibilità di integrare i risultati nei Piani regionali di prevenzione e nelle politiche nazionali di adattamento climatico apre la strada a una nuova concezione di città-porto, in cui sviluppo economico e benessere collettivo non siano più in conflitto, ma parte di un unico disegno strategico orientato alla sostenibilità. La produzione di articoli scientifici, poster e presentazioni a convegni internazionali, insieme all'attivazione di borse di dottorato e moduli formativi su

epidemiologia ambientale e modelli di dispersione, garantisce la trasferibilità delle conoscenze e la formazione di nuove competenze. In definitiva, Salpam rappresenta un esempio concreto di come la ricerca applicata possa guidare politiche basate sull'evidenza, con benefici tangibili per la salute dei cittadini e per la qualità dell'ambiente urbano.

Carla Ancona¹, Lisa Bauleo²

1. Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario della Regione Lazio, Asl Roma 1

2. Dipartimento Ambiente e salute, Istituto superiore di sanità

IL RUOLO DI ISPRA, ARPA MARCHE E ARPA TOSCANA

Ispra

Ispra coordina le attività legate all'obiettivo specifico 2, che mira a valutare l'impatto delle attività portuali sull'inquinamento atmosferico. Questo viene effettuato integrando misure dirette e stime modellistiche, con l'obiettivo di valutare l'esposizione dei cittadini e indirizzare azioni per ridurre l'impatto di queste attività nel complesso sistema città-porto.

Lo studio si concentra su cinque città portuali italiane: Genova, Ancona, Civitavecchia, Bari e Brindisi. Le attività sono organizzate come segue:

- è stato stimato il carico di emissioni delle attività navali, considerando con precisione il tipo di nave e le diverse fasi di navigazione, sia durante la manovra vicina al porto sia durante la sosta. Questo è stato realizzato utilizzando il software Bottom Up Harbor (Buh), che segue le linee guida europee
- sono state analizzate, con vari metodi statistici e un'analisi di sensibilità, le tendenze delle concentrazioni dei principali inquinanti nel tempo. Questo aiuta a identificare i possibili benefici delle misure adottate per ridurre l'inquinamento atmosferico.
- sono state elaborate e validate stime di concentrazione di PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂ ad alta risoluzione spaziale (100x100 m) attraverso modelli additivi generalizzati (Gam), per cogliere il contributo delle fonti locali. Le stime annuali per le cinque aree urbane sono state fornite agli epidemiologi per valutazioni di impatto sulla salute
- un approfondimento è previsto nelle città di Civitavecchia e Genova, dove si sta studiando la composizione chimica degli aerosol atmosferici raccolti durante campagne di monitoraggio con una rete di mini-campionatori. Verranno utilizzati modelli statistici per identificare e quantificare i contributi delle diverse fonti di emissione.

Le attività sono realizzate in collaborazione con le varie unità operative e con Arpa Liguria, Arpa Marche, Arpa Puglia e Arpa Lazio, oltre all'Università La Sapienza di Roma e al Cnr-lia.

Arpa Marche

Nel progetto Salpam Arpa Marche svolge un ruolo fondamentale articolato in cinque ambiti:

- supporto alla governance: partecipa alla gestione tecnico-scientifica, favorendo il coordinamento tra enti locali, regionali e nazionali e contribuendo alla definizione di linee guida operative
- monitoraggio ambientale: valuta nel comune di Ancona l'impatto delle attività portuali sulla qualità dell'aria, misurando le concentrazioni degli inquinanti e analizzando le trasformazioni chimiche in atmosfera
- sorveglianza epidemiologica: conduce un'indagine descrittiva sugli effetti sanitari associati agli inquinanti atmosferici, con attenzione alle fonti di pressione ambientale nel territorio

urbano e portuale

- valutazione dell'impatto sanitario: stima i casi di malattia attribuibili alla presenza del porto, integrando dati ambientali e sanitari e applicando funzioni di rischio basate su evidenze scientifiche

- studio di fattibilità per coorte residenziale: analizza la possibilità di costruire una coorte di residenti per valutare nel tempo gli effetti sanitari dell'esposizione all'inquinamento atmosferico.

Il contributo di Arpat è essenziale per garantire una visione integrata e scientificamente fondata delle interazioni tra ambiente e salute, a beneficio della popolazione e delle politiche territoriali.

Arpa Toscana

Arpat è partner nel progetto Salpam per la stima dell'impatto dei porti sulla qualità dell'ambiente urbano a essi correlato, valutando gli effetti dell'inquinamento acustico e atmosferico generato dalle attività portuali sulla salute dei cittadini esposti mettendo a punto soluzioni mirate e specifiche per le città portuali.

L'Agenzia è coinvolta nella valutazione dell'inquinamento acustico generato dalle attività portuali, fornendo dati utili alla stima dell'impatto sanitario e nello sviluppo di strumenti innovativi per la mitigazione in tempo reale del rumore presso i ricettori, agendo sui flussi di traffico cittadino.

A Piombino sono state condotte 7 campagne di misura con 26 postazioni mobili e 6 ripetute, mentre a Cagliari le attività si sono concentrate sulla mappatura e riduzione del rumore impulsivo durante le operazioni di imbarco e sbarco veicoli. I dati raccolti hanno alimentato simulazioni acustiche basate su traffico reale, considerando le diverse condizioni stagionali in inverno ed estate. Le criticità emerse nella calibrazione dei modelli sono state superate intervenendo su limiti di velocità e regole di circolazione.

Per migliorare l'affidabilità delle simulazioni, è stata adottata una mappa digitale del terreno ad alta risoluzione (Dtm a passo 2 m) e integrati elementi urbanistici che influenzano la propagazione del rumore, come edifici e infrastrutture. Punto di forza del progetto è lo sviluppo di un prototipo open source di sistema Its (*Intelligent transport system*), in grado di generare mappe dinamiche di rumore urbano quasi in tempo reale, grazie a modelli di traffico alimentati da immagini da telecamere aggiornate ogni 15 minuti. Il sistema, attualmente in fase avanzata di test, permetterà di monitorare e gestire l'inquinamento sonoro e ridurre l'esposizione modificando opportunamente i flussi di traffico anche attraverso l'uso di pannelli infografici lungo le strade interessate ottimizzando così l'impatto acustico conseguente.

RISPOSTA AL CLIMATE CHANGE: BENEFICI PER SALUTE ED EQUITÀ

IL PROGETTO “COBENEFICI DI SALUTE ED EQUITÀ A SUPPORTO DEI PIANI DI RISPOSTA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN ITALIA” SI CONCENTRA SU TRASPORTI, ALIMENTAZIONE E CONTRASTO ALLE ISOLE DI CALORE. DALLE EVIDENZE SCIENTIFICHE E DALLA PIANIFICAZIONE PARTECIPATA PUÒ ARRIVARE UN MODELLO REPLICABILE PER CITTÀ PIÙ SANE E GIUSTE

L'ultimo rapporto del panel intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (Ipcc) evidenzia una forte accelerazione nel riscaldamento globale, +1 °C (Ipcc, 2023), e incrementi anche maggiori nel bacino del Mediterraneo, un *hotspot* per i cambiamenti climatici. Gli impatti sulla salute umana e sugli ecosistemi si stanno anch'essi intensificando, superando la naturale capacità di *recovery* da parte della natura e delle società umane, in particolare a causa di un aumento della frequenza e durata degli eventi estremi (ondate di calore), dell'incremento della siccità e dell'allungamento della stagione pollinica (Ipcc, 2022).

Le responsabilità sono da ricercare in un modello di sviluppo economico basato su una predominanza delle fonti energetiche fossili, soprattutto in alcuni settori come quello del riscaldamento domestico e dei trasporti (Iea, 2025). Con la crescita attesa nei consumi di energia soprattutto per la produzione di elettricità, per il settore industriale e domestico, sono urgenti azioni di mitigazione, al fine di contenere il riscaldamento entro 1,5 °C rispetto ai livelli preindustriali come richiesto dall'Accordo di Parigi, sottoscritto da quasi 200 Paesi, tra cui l'Unione europea (inclusa l'Italia). L'ultima Conferenza delle parti della Convenzione quadro delle Nazioni unite per i cambiamenti climatici (COP30 di Belém in Brasile) si è rivelata un ulteriore fallimento dei negoziati per l'assenza di impegni vincolanti sull'eliminazione progressiva dei combustibili fossili. Inoltre, per fronteggiare i rischi attuali e futuri, è cruciale avviare politiche di adattamento, in grado di ridurre i rischi soprattutto nelle popolazioni e aree vulnerabili e con minori risorse economiche.

Politiche di difficile attuazione, come suggeriscono gli attuali scenari di invecchiamento e di aumento della cronicità, in particolare nei paesi industrializzati (Michelozzi, 2025).

Considerata la lentezza delle risposte, diventa cruciale dare priorità a politiche in grado di contrastare contemporaneamente i cambiamenti climatici e i principali fattori di rischio di malattia, come l'inquinamento atmosferico, una dieta squilibrata, un'adeguata attività fisica, associata a sovrappeso e obesità. Questo è possibile attraverso politiche di prevenzione primaria (politiche dei cobenefici) al di fuori del settore sanitario, ad esempio nel settore dei trasporti e dell'alimentazione, ma anche della riforestazione urbana, con impatti positivi sia sui cambiamenti climatici sia sulla salute. I benefici per

la salute associati a questi interventi possono contribuire a ridurre il rischio di malattie croniche fino al 30-40% (Consiglio superiore di sanità, 2022). Le città, responsabili di circa due terzi dei consumi energetici globali (Un Habitat, 2023), rappresentano il contesto ideale per attuare azioni climatiche efficaci, basate su evidenze scientifiche e incentrate sui co-benefici di salute. Le azioni e i piani attivi nei contesti urbani a livello internazionale e nazionale dimostrano che però è ancora a macchia di leopardo sia l'adozione di un approccio incentrato sulla salute sia il coinvolgimento attivo dei cittadini

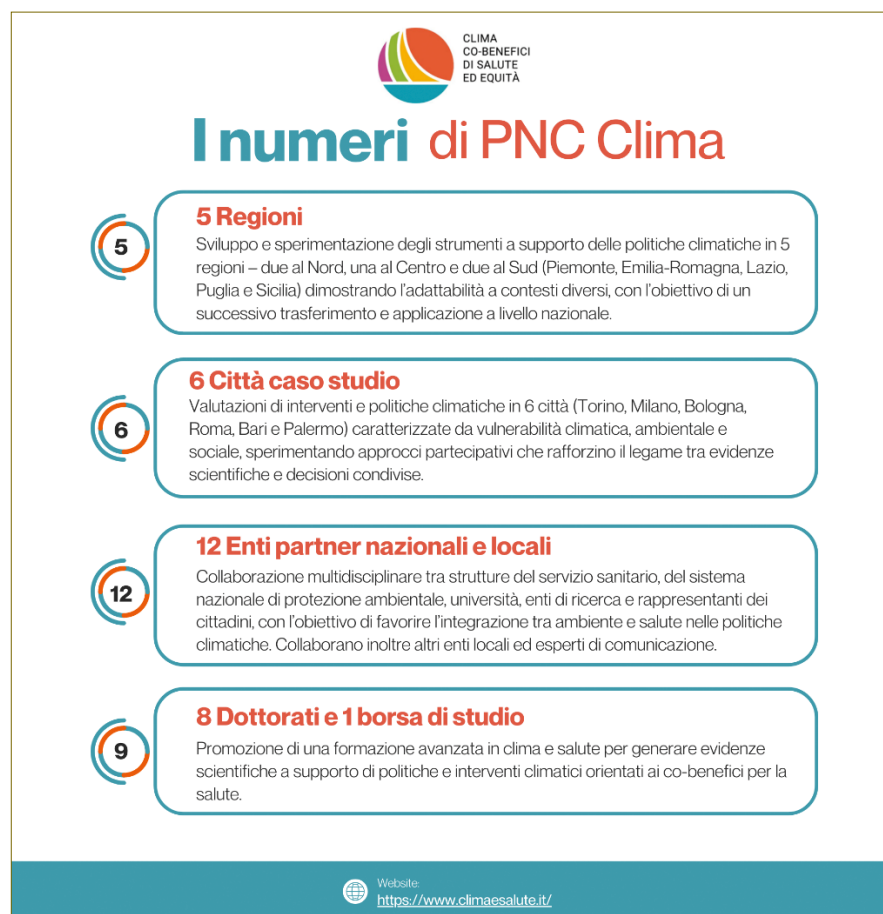


FIG. 1 I NUMERI DEL PROGETTO

Regioni interessate, città caso studio, enti partner, attività di formazione

nei processi decisionali; quando queste condizioni si realizzano gli interventi sono risultati non solo efficaci, ma anche legittimi, utili ed equi (De Sario, 2025). Anche nel nostro Paese, gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra sono ancora molto lontani. Complessivamente, le emissioni continuano ad aumentare in settori altamente inquinanti come i trasporti e l'agricoltura (Ispra, 2025). Anche lo stesso sistema sanitario, se da un lato è parte della risposta ai cambiamenti climatici, dall'altro è esso stesso vulnerabile a eventi estremi come ondate di calore e alluvioni e contribuisce alle emissioni di gas serra per un 4-5% del totale delle emissioni (Ministero della Salute, 2022). A livello nazionale e locale è necessario disporre di strumenti di analisi, informazione e formazione basati sulle evidenze e buone pratiche per potenziare adattamento e mitigazione.

Obiettivi del progetto

Il progetto Pnc “Cobenefici di salute ed equità a supporto dei piani di risposta ai cambiamenti climatici in Italia” (Cup J55I22004450001), realizzato con il supporto tecnico e finanziario del Ministero della Salute – Programma E.1 Salute, ambiente, biodiversità e clima, si propone di accelerare l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici nelle aree urbane italiane, rispondendo al bisogno di conoscenza e di strumenti di analisi a supporto della pianificazione climatica locale. Il progetto si focalizza in particolare su tre settori di azione climatica associati ai maggiori benefici di salute – i trasporti, la dieta e il contrasto all'isola di calore urbano – oltre che sulla resilienza e sostenibilità del sistema sanitario (www.climaesalute.it). Le attività progettuali si articolano in tre obiettivi centrali, focalizzati su ricerca e analisi epidemiologica nei settori di adattamento e mitigazione, affiancati da due obiettivi trasversali, finalizzati allo sviluppo di strumenti di informazione e formazione.

Obiettivo 1. Caratterizzare la vulnerabilità climatica attuale e futura
Per descrivere il clima attuale e futuro in Italia sono stati elaborati dati e indicatori basati sulle evidenze e calibrati sul contesto in base a standard elevati di completezza e qualità (fonte: Scia – Sistema nazionale per l'elaborazione e la diffusione di dati climatici; Desiato, 2013) in collaborazione con le principali reti di monitoraggio meteo-climatico a livello nazionale e regionale. Gli

Indice di durata dei periodi di caldo estivo (WS3DI)

Numero di giorni nel periodo giugno-agosto in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima per almeno 3 giorni consecutivi, valutato su una finestra mobile di 31 giorni nel trentennio di riferimento

Italia, periodo futuro 2071-2100

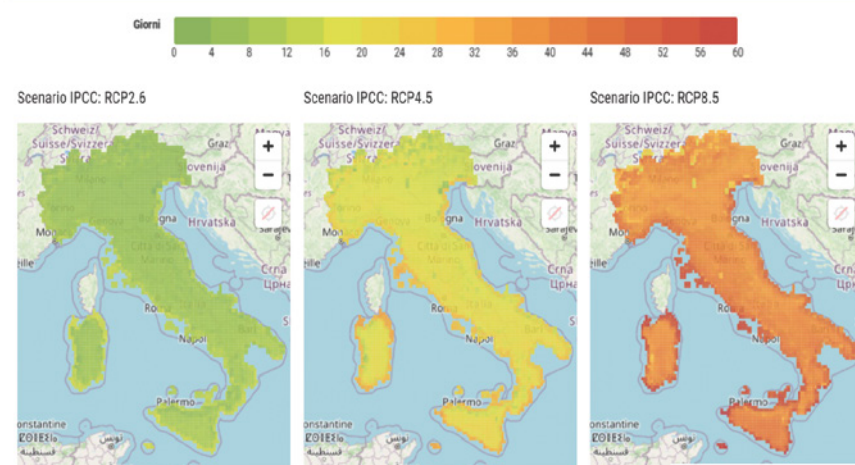


FIG. 2 INDICATORI

Esempio di indicatore climatico sviluppato nel progetto.

indicatori mostrano le anomalie di temperatura e di precipitazione per il periodo attuale (1981-2010 e 1991-2020) e per 3 scenari di concentrazione di gas climalteranti secondo diversi scenari di mitigazione (da mitigazione aggressiva Rcp2.6 a nessuna mitigazione Rcp8.5). Gli indicatori (indici Etccli) sono validati a livello internazionale per fornire una base di conoscenza sulla vulnerabilità nazionale e locale ai cambiamenti climatici a supporto delle analisi sugli impatti del clima sulla salute e per la stima dei co-benefici delle politiche di adattamento basate sulle evidenze. Nella figura 2, a titolo di esempio, sono riportate le mappe delle anomalie dell'indice di durata di giorni di caldo, al 2100 rispetto al periodo di riferimento (1981-2010). Passando dallo scenario migliore (Rcp2.6) a quello peggiore

(Rcp8.5) si osserva un aumento nella durata dei periodi di caldo, che passa da 14 a 59 giorni entro fine secolo.

Obiettivo 2. Interventi di mitigazione e adattamento che promuovono co-benefici per la salute e l'equità sociale

Il progetto ha sviluppato un modello operativo per collegare le evidenze scientifiche agli interventi in grado di generare i maggiori co-benefici per la salute (figura 3). Come strumenti di produzione di conoscenza, sono state condotte 2 survey, rassegne delle buone pratiche e sintesi della letteratura. Le survey hanno coinvolto oltre 4.300 partecipanti complessivi, indagando abitudini su dieta e mobilità sostenibile, disponibilità e barriere al cambiamento a supporto degli studi di valutazione dell'impatto di scenari di cambiamento.

IL RUOLO DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA

Arpae è Unità operativa e referente del caso studio sulla realtà comunale di Bologna. Partecipa al progetto con un gruppo di lavoro che coinvolge l'Università degli studi di Bologna, l'Ausl di Bologna e la Regione Emilia-Romagna. Ha partecipato a una ricerca metodologica sulla identificazione delle isole di calore urbano a partire dall'analisi di dati satellitari. Questa analisi potrà permettere una valutazione spazio-temporale della presenza dell'isola di calore urbano e delle sue modifiche nel tempo, anche in relazione a mutamenti del tessuto urbano. È in corso la collaborazione con il responsabile di progetto (Dipartimento di epidemiologia, Ssr Lazio, Asl Roma 1) nell'applicazione dell'indice di vulnerabilità ambientale alla Città di Bologna, confrontando diverse metodologie di calcolo e analisi dei dati. Attraverso l'utilizzo dello Studio longitudinale emiliano (Slem, SIm per Bologna) assieme al Settore Innovazione nei servizi sanitari e sociali della Regione Emilia-Romagna e all'Asl di Bologna, Arpae si occupa del caso studio della Città di Bologna per la definizione dell'esposizione della popolazione, anche attraverso l'indice di vulnerabilità ambientale, e delle analisi di impatto dell'inquinamento e del clima sulla popolazione.

La rassegna delle buone pratiche urbane comprendeva interventi su verde urbano, riforestazione, mobilità sostenibile e adattamento all'isola di calore nelle città caso studio e a livello nazionale. Le sintesi delle evidenze riguardavano gli impatti di interventi di mobilità e dieta sostenibile e ambiti legati più agli impatti del cambiamento climatico, in particolare sui fattori di disuguaglianze e sui rischi associati alle fioriture algali, oltre che sulle misure di resilienza dei sistemi sanitari agli eventi estremi. Queste sintesi forniscono una base scientifica robusta per orientare interventi di mitigazione e adattamento climatici efficaci, mirati a ridurre rischi sanitari e disuguaglianze.

Obiettivo 3. Stime di impatto e indicatori di salute per monitorare i co-benefici di salute diretti e indiretti associati all'introduzione di interventi di mitigazione

La ricerca epidemiologica sui cobenefici delle politiche e scenari di adattamento e mitigazione nel progetto si realizza nelle 6 città caso studio, integrando approcci epidemiologici classici basati su dati ambientali ad alta risoluzione, scenari di cambiamento climatico e approcci di valutazione di impatto sulla salute (Vis), una metodologia consolidata nella valutazione di scenari di intervento in campo di epidemiologia ambientale (Ancona, 2022). I casi studio valutano interventi di rigenerazione urbana, mobilità sostenibile, forestazione urbana, e interventi educativi nelle scuole e i risultati saranno disponibili nell'ultimo anno del progetto. Un focus specifico riguarda gli impatti delle ondate di calore attuali e future e la valutazione della vulnerabilità ambientale e climatica (Badaloni, 2023) che insieme a quella socioeconomica (Rosano, 2020) rappresentano tra i fattori più critici per la pianificazione di politiche locali indirizzate alle popolazioni più vulnerabili.

Obiettivo 4. Networking e comunicazione

Il progetto ha consolidato strumenti di comunicazione e divulgazione, proseguendo la costruzione del sito web e dei materiali informativi basati sulle evidenze scientifiche e sperimentando la metodologia per la *stakeholder analysis* a livello locale. Sono stati organizzati eventi di disseminazione, in occasione di specifici eventi (seminario satellite del congresso annuale della Associazione italiana di epidemiologia) e meeting di progetto, coinvolgendo stakeholder istituzionali, operatori e tecnici per discutere interventi di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici. Un altro canale di comunicazione

relevante sono i congressi scientifici nazionali e internazionali. Parallelamente, è proseguita la collaborazione tra progetti Pnc, favorendo scambio di conoscenze su formazione, informazione e materiali tecnici. Sono in programmazione eventi pubblici e iniziative di partecipazione cittadina in tre città caso studio (Bologna, Roma e Bari) per sensibilizzare sul legame tra salute, ambiente e cambiamenti climatici, garantendo l'integrazione tra evidenze scientifiche e processi decisionali locali.

Obiettivo 5. Formazione

Il progetto ha sviluppato diverse attività di formazione rivolte al personale Snps e Snpa. Un'attività è stata realizzata su coordinamento di Iss nell'ambito del Piano Sabic, definendo in collaborazione con Ispra, Cmcc e Iss un corso Fad sui co-benefici delle politiche di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici. Sono state realizzate attività formative nelle scuole primarie e superiori di Palermo, Torino e Roma. È in fase di definizione una specifica attività formativa per medici specializzandi in Igiene e un master universitario in *Planetary health*. È importante sottolineare il valore aggiunto apportato

dagli 8 percorsi di dottorato e 1 borsa di studio, che stanno generando evidenze scientifiche di elevata qualità attraverso lo sviluppo di indicatori di vulnerabilità climatica, gli studi sulle isole di calore urbano e la valutazione degli interventi di adattamento e mitigazione. Questi percorsi contribuiscono a rafforzare le competenze tecniche e scientifiche dei giovani ricercatori e degli operatori degli enti coinvolti, supportando la produzione di risultati rigorosi e replicabili a supporto delle politiche e programmazione locale.

Aree territoriali interessate

Le aree geografiche coinvolte comprendono 5 regioni (Piemonte, Emilia-Romagna, Lazio, Puglia e Sicilia) e 6 città caso studio (Torino, Milano, Bologna, Roma, Palermo e Bari) che rappresentano geograficamente il Nord, Centro e Sud del Paese e hanno caratteristiche di popolazione, e di vulnerabilità climatica e ambientale, ma anche clinica e sociale, molto diverse. Questa eterogeneità geografica rappresenta un'importante chiave di



FIG. 3 MODELLO OPERATIVO

L'approccio sviluppato nel progetto, dalle evidenze scientifiche agli interventi di prevenzione incentrati sui cobenefici di salute

lettura nella valutazione dei rischi associati ai cambiamenti climatici e degli impatti degli interventi di adattamento e mitigazione e un determinante della vulnerabilità della popolazione di cui tenere conto nella pianificazione locale. Grazie a questa eterogeneità, l'approccio sperimentato nel progetto potrà essere esportabile come framework operativo per altre aree urbane.

Il partenariato

Il progetto nasce dalla collaborazione di dodici istituzioni dell'ambito sanitario e ambientale, università e rappresentanti dei cittadini (*figura 1*), con il coordinamento del Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio, Asl Roma 1 in un'ottica di integrazione non solo multidisciplinare ma anche transdisciplinare tra professionisti del sistema di protezione ambientale e del sistema sanitario nazionale, accademia, enti di ricerca, terzo settore e rappresentanti della cittadinanza. Grazie al coinvolgimento delle università è stato possibile attivare i percorsi di dottorato di alta formazione già menzionati. Il coinvolgimento di esperti di comunicazione è un valore aggiunto a supporto della capacità del progetto di produrre conoscenza e consapevolezza negli operatori, decisori e cittadini sui rischi a supporto di una pianificazione climatica partecipata e incentrata sui cobenefici.

Discussione e conclusioni

Il progetto rappresenta un esempio concreto di come l'integrazione tra ambiente e salute possa guidare politiche climatiche efficaci, basate su evidenze scientifiche e capaci di produrre impatti positivi sulla salute della popolazione. Proprio l'approccio integrato ambiente e salute e il lavoro multidisciplinare sono anche coerenti con gli obiettivi del Piano nazionale di prevenzione e del Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, per il quale si sta definendo la struttura di governance. La disponibilità di indicatori validati su clima e salute e di strumenti calibrati sui diversi contesti territoriali per monitorare clima, salute, vulnerabilità e impatti degli interventi di adattamento e mitigazione sono a supporto della pianificazione locale e regionale, e possono favorire decisioni più rapide, basate sulle evidenze scientifiche, a partire dalle aree a maggior

rischio su cui mirare gli interventi di prevenzione. Allo stesso tempo, la formazione continua e l'approccio partecipativo permettono di definire un approccio alla pianificazione locale partecipata, per rafforzare le capacità operative dei territori e la legittimità delle scelte, valorizzando la collaborazione tra decisori, tecnici e cittadini. Il progetto coinvolge cinque regioni del Nord, Centro e Sud Italia in cui si sperimenta un modello di intervento sul benessere della popolazione, che sarà replicabile e trasferibile ad altre realtà del nostro Paese, potendo contribuire a ridurre le disuguaglianze territoriali e a

promuovere politiche urbane sostenibili e resilienti. Integrare queste evidenze nella pianificazione climatica locale può accrescere le capacità tecniche e operative di analisi della complessità delle aree urbane, per trasformarle gradualmente, con la collaborazione di tutti, dai decisori, ai tecnici e ai cittadini, in città più sane, più giuste e sostenibili, in grado finalmente di rispondere alla sfida di salute posta dalla crisi climatica.

Paola Michelozzi, Manuela De Sario

Dipartimento di Epidemiologia, Ssr Lazio, Asl Roma 1

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ancona C., Assennato G., Bianchi F. et al., "Health Impact Assessment should be based on correct methods", *Med Lav*, 2022;113(2):e2022019.
- Badaloni C., De Sario M., Caranci C., de' Donato F., Bolignano A., Davoli M. et al., "A spatial indicator of environmental and climatic vulnerability in Rome", *Environment International*, 2023;176(107970).
- Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc), 2024, "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia", www.cmcc.it/it/analisi-del-rischio-i-cambiamenti-climatici-in-italia
- Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W., Piervitali E., 2013, "Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche", in Ispra, *Stato dell'Ambiente 32/2012*, www.isprambiente.gov.it/it/publicazioni/stato-dellambiente/elaborazione-delle-serie-temporali-per-la-stima-delle-tendenze-climatiche
- Intergovernmental panel on climate change (Ipcc), *Overview and Policymaker Summaries of the Ipcc First Assessment Report (1990-92)*, Geneva, 1990. Disponibile da: www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_overview.pdf
- International Energy Agency (Iea), 2025, *Electricity - Global Energy Review 2025*, Paris. Disponibile online: www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/electricity
- International Energy Agency (Iea), 2025, *Renewables 2025: Analysis and forecasts to 2030*, Paris. Disponibile da: www.iea.org/reports/renewables-2025
- Ipcc, 2022, *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental panel on climate change*, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), 2025, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2023: National Inventory Document 2025*, www.isprambiente.gov.it/files2025/publicazioni/rapporti/nid2025_italy_stamp.pdf
- Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), Scia - Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici, <https://scia.isprambiente.it>
- Istituto superiore di sanità, *Programma nazionale di formazione in salute-ambiente-biodiversità-clima (Sabic)*, www.iss.it/sabic
- Michelozzi P., 2025, "La prevenzione è nell'ambiente. Salute pubblica e crisi climatica sono oggi più che mai strettamente connesse", *Forward*, <https://forward.recentiproggressi.it/it/rivista/numero-38-cronica/articoli/prevenzione-ambiente/>
- Ministero della Salute - Consiglio superiore di sanità, 2022, "Policy of health co-benefits of climate change mitigation", Roma, www.salute.gov.it/imgs/C_17_publicazioni_3283_0_alleg.pdf
- Rosano A., Pacelli B., Zengarini N., Costa G., Cislighi C., Caranci N., 2020, "Aggiornamento e revisione dell'indice di deprivazione italiano 2011 a livello di sezione di censimento", *Epidemiologia e Prevenzione*, 2020;44(2-3):162-170.
- UN Habitat, *Annual report 2023. Local action in time of crisis*. Disponibile all'indirizzo: https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/05/annual_report_2023.pdf

TOTAL WORKER HEALTH® NEI LUOGHI DI LAVORO

IL PROGETTO ITWH (ITALIAN TOTAL WORKER HEALTH) MIRA A CREARE UNA RETE DELLA MEDICINA DEL LAVORO ITALIANA PER IL BENESSERE GLOBALE DEI LAVORATORI, INTEGRANDO LA PREVENZIONE DEI RISCHI CON LA PROMOZIONE DELLA SALUTE. OBIETTIVO È PORTARE A SISTEMA QUESTO APPROCCIO ALL'INTERNO DELLE STRATEGIE DI PREVENZIONE PRIMARIA.

Il *National institute for occupational safety and health* (Niosh) statunitense ha definito l'approccio *Total worker health*® (Twh) come un "insieme di politiche, programmi e pratiche che integrano la prevenzione dai rischi per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro con la promozione delle azioni di prevenzione di danni acuti e cronici a favore di un più ampio benessere del lavoratore" [1]. Si tratta quindi di un approccio olistico che amplia l'ambito di azione della medicina del lavoro, valorizzando il suo ruolo di collaborazione alla valutazione e gestione dei rischi lavorativi e sottolineando l'importanza di considerare il lavoro come un determinante fondamentale di salute, nel contesto del quale possono essere studiati e migliorati altri elementi

che contribuiscono al benessere globale del lavoratore, quali ad esempio stili di vita e rischi organizzativi in ambito occupazionale [2].

L'evidenza scientifica suggerisce, infatti, che l'ambiente di lavoro sia caratterizzato da rischi che possono contribuire ad alterazioni della salute fino a poco tempo fa considerate estranee al lavoro, quali ad esempio sindrome metabolica, disturbi del sonno, malattie cardiovascolari e disturbi mentali [3-7].

Il nostro Paese è la culla della medicina del lavoro e può offrire solide competenze sulla valutazione e sulla gestione dei rischi lavorativi, inclusi quelli organizzativi. I flussi informativi legati a queste attività sono però il più delle volte parcellizzati perché legati a singoli

professionisti, enti e istituzioni che hanno in carico le diverse popolazioni lavorative e producono dati relativi alle attività di sorveglianza sanitaria. Appare quindi necessario potenziare i sistemi di sorveglianza e rilevazione dei dati in materia di salute e sicurezza dei lavoratori o strutturarne di nuovi ove non esistano già infrastrutture dedicate.

Anche per quanto riguarda le attività di promozione della salute, l'Italia può vantare diversi esempi virtuosi: tra questi, a mero titolo esemplificativo, si possono citare gli interventi di *counseling* individuale finalizzati alla corretta individuazione (e al cambiamento) di stili di vita a rischio [8]. Questi interventi sono spesso frutto dell'iniziativa di singoli professionisti (medici competenti)



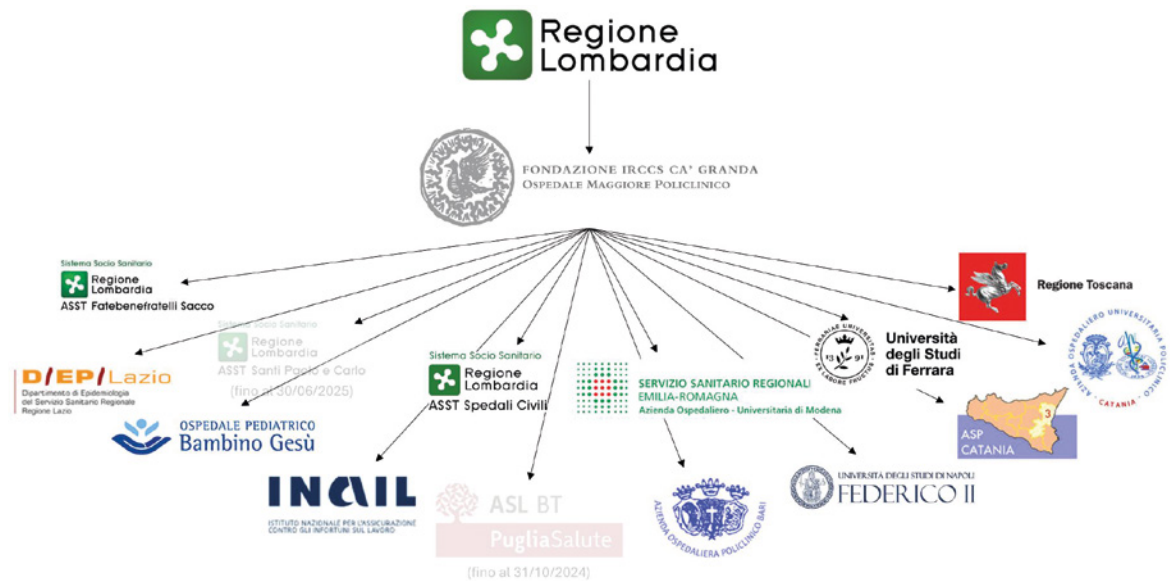


FIG. 1
ITWH

Schema della governance del progetto.

o enti istituzionali (ad esempio ospedali-università o servizi di prevenzione delle aziende sanitarie locali), che solo talvolta riescono a costituirsi in reti dedicate: anche in questo caso appare quindi essenziale favorire la creazione di una rete capillare a livello nazionale, che offra a tutti gli operatori della prevenzione strumenti formativi omogenei e proponga metodologie per interventi di Twh strutturati.

Obiettivi

L'obiettivo generale del progetto "Italian total worker health" (Itwh) è quindi creare una rete della medicina del lavoro italiana per il benessere globale del lavoratore in un'ottica di Twh, che favorisca:

- il potenziamento dei sistemi di sorveglianza e rilevazione dei dati relativi alla salute e sicurezza sul lavoro
- lo sviluppo di sinergie tra i vari attori della prevenzione (medici competenti, servizi di prevenzione territoriali, datori di lavoro, servizi di prevenzione e protezione, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza) per perseguire il benessere globale dei lavoratori in un'ottica di Twh
- il raggiungimento di standard qualitativi condivisi delle attività di formazione e degli interventi in ambito di Twh.

Per raggiungere questo ambizioso obiettivo generale ci si è posti anche alcuni obiettivi specifici, che si elencano qui brevemente per poi riprenderli più nel dettaglio nel paragrafo dedicato allo stato di avanzamento del progetto:

- definire lo stato dell'arte sull'approccio Twh
- rafforzare sul territorio i flussi

informativi per una rete della medicina del lavoro pubblica

- valorizzare il ruolo e il potenziale informativo dell'attività dei medici competenti e dei servizi territoriali dei dipartimenti di prevenzione delle aziende sanitarie locali
- formare su tematiche di Twh in modo omogeneo sui vari territori coinvolti
- sfruttare il potenziale informativo generato dalle piattaforme sviluppate
- effettuare interventi di Twh
- monitorare l'applicazione di interventi di Twh e impostare indicatori di efficacia
- disseminare gli obiettivi, i metodi, le attività e i risultati del progetto.

Partenariato

Il progetto coinvolge sei regioni, due del nord (Lombardia ed Emilia-Romagna), due del centro (Toscana e Lazio) e due del sud (Puglia e Sicilia), per un totale di 14 unità operative, incluse 8 aziende ospedaliere, 1 università, 2 aziende sanitarie territoriali, 2 direzioni regionali e il Dipartimento di epidemiologia della regione Lazio. A queste si aggiungono anche l'Università degli studi di Napoli Federico II e il Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale di Inail come ulteriori unità operative. La composizione del partenariato garantisce quindi una buona rappresentatività sia in termini di estensione territoriale sia di tipologie di istituzioni partecipanti. Alla data attuale (novembre 2025), due unità operative originariamente facenti parte del partenariato sono uscite dal progetto (per trasferimento e mancata sostituzione dei rispettivi referenti scientifici) e si stanno finalizzando le

procedure amministrative per il subentro di due nuove unità. Dal punto di vista della governance di progetto, il capofila è la Direzione generale Welfare della Regione Lombardia, che ha delegato il coordinamento tecnico di progetto alla Sc Medicina del lavoro della Fondazione Irccs Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico di Milano; questa ha poi stilato protocolli specifici con ciascuna delle altre unità operative di progetto (figura 1).

Stato di avanzamento

Nell'ambito dell'obiettivo 1, coordinato dalla università degli studi di Napoli Federico II e già concluso, si è proceduto a una revisione della letteratura sull'argomento (che tra l'altro ha già portato a una pubblicazione su una rivista scientifica internazionale [9]), a un censimento delle attività formative in ambito Twh e a un censimento degli interventi di Twh già esistenti. Entrambe queste attività di censimento sono state riassunte in due report dedicati.

L'obiettivo 2, coordinato da Inail, pone le sue basi su un'importante infrastruttura già esistente: Marel, una rete di ambulatori di medicina del lavoro presente in alcune regioni italiane [10]. All'interno del progetto, sono in corso l'ampliamento del bacino di utenza di questa rete ad altre città e regioni e degli scopi di utilizzo della piattaforma (approfondendo anche fattori di rischio non professionali), oltre che l'attuazione di eventi formativi su strumenti e metodologie a essa relativi.

Nel contesto dell'obiettivo 3, originariamente coordinato dall'Asl

di Barletta-Andria-Trani e ora co-coordinato da Regione Toscana e Policlinico di Milano, si sta sviluppando il portale web (www.itwh.it, figura 2) che introdurrà all'intero progetto e rappresenterà il punto di accesso per altri strumenti, nel dettaglio:

- una piattaforma di e-learning
- un sistema di documentazione sanitaria elettronica organizzato secondo due moduli indipendenti: una cartella sanitaria e di rischio propriamente intesa (utilizzabile, quindi, per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori ex Dlgs 81/08) e una cartella di promozione della salute (che raccoglierà una serie di questionari per indagare aspetti specifici collegati a questa tematica)
- un *repository* dei materiali formativi e relativi agli interventi di Twh raccolti nel contesto degli obiettivi 1 e 4.

L'obiettivo 4 è interamente dedicato alla formazione ed è coordinato dall'Unità operativa ospedaliera di Medicina del lavoro (Uooml) della Asst Fatebenefratelli Sacco di Milano. Nel suo ambito, è stata definita una scheda di censimento degli interventi formativi esistenti (https://it.research.net/r/Censimento_degli_interventi_formativi_di_Total_Worker_Health), che è stata inviata a diversi destinatari istituzionali con una *survey* dedicata, attualmente ancora in corso. Questo permetterà, congiuntamente all'obiettivo precedente, di rendere fruibili attività formative già disponibili. Parallelamente, si sta però procedendo a progettare e realizzare nuove attività formative, che saranno fruibili come 4 moduli di formazione a distanza (Fad), ai quali si potrà accedere tramite il portale di progetto. A oggi sono stati completati i moduli 1 e 2 dedicati, rispettivamente, a "Nascita e sviluppo dell'approccio Twh" e "Elementi chiave dell'approccio Twh". Di tutte le attività formative si procederà a una valutazione di efficacia, per la quale sono stati già sviluppati i relativi strumenti operativi.

Con l'obiettivo 5, coordinato dal Policlinico di Milano, ci si era originariamente proposti di realizzare un *datawarehouse* che raccogliesse i dati anonimizzati derivanti dalle piattaforme degli obiettivi 2 e 3. I ritardi nella realizzazione di un sistema di documentazione sanitaria elettronica e le criticità emerse in riferimento ai delicati temi del trattamento dei dati personali e della tutela della privacy stanno, nei fatti, portando a escludere che la raccolta dei dati possa essere centralizzata e a definire che le attività di analisi sui dati raccolti

nel contesto della rete Marel (obiettivo 2) vengano svolte da Inail, mentre quelle sui dati raccolti nel contesto degli interventi di Twh (obiettivo 6 a seguire) vengano svolte dalle unità operative proponenti i singoli interventi.

L'obiettivo 6, co-coordinato dalla Uooml della Asst Ospedali civili di Brescia e dall'Università degli studi di Napoli Federico II, è specificamente dedicato all'implementazione di interventi di Twh, in particolari in aziende sanitarie, in aziende non sanitarie e in un'azienda del comparto agricolo. Per la messa a terra degli interventi di Twh in queste realtà lavorative è già stata redatta una guida operativa, in cui si propone una metodologia che tenti di tradurre un approccio nato negli Stati Uniti d'America nella peculiarità del contesto italiano. A partire da questa guida sono stati anche stilati cinque protocolli, in cui si descrivono i passi operativi per l'implementazione di altrettanti interventi di Twh.

Questi interventi dovranno essere monitorati: a questo è dedicato l'obiettivo 7, coordinato dall'Ospedale pediatrico Bambino Gesù. Per l'effettuazione delle attività di monitoraggio sono stati, innanzitutto, individuati degli indicatori *ad hoc*, dei quali si possa valutare una possibile variazione prima e dopo l'effettuazione di un intervento di Twh.

Si tratta, in particolare, di:

- indicatori biometrici o di salute (ad esempio relativi a rischio cardiovascolare e sindrome metabolica), unitamente a indicatori specificamente dedicati al benessere del lavoratore e raccolti da un questionario sviluppato originariamente dal Niosh (il cd. *worker well-Bq*) e

recentemente tradotto e validato in lingua italiana [11]

- indicatori amministrativi, quali tasso di assenteismo, infortuni e malattie professionali denunciate, percentuali di limitazioni e prescrizioni all'idoneità alla mansione specifica
- indicatori economici, quali il rapporto costi-guadagno (o *return on investment*, Roi) e i punti di pareggio costi e guadagni (o *break-even analysis*, Bea) [12].

Per quanto riguarda l'ultimo obiettivo 8, dedicato alla disseminazione e co-coordinato da Policlinico di Milano e Regione Lombardia, molteplici sono le attività svolte sinora, sia tramite tavoli di lavoro intra-progettuali, sia tramite eventi volti a far conoscere il progetto all'esterno del partenariato a tutti gli stakeholder coinvolti.

Prodotti potenzialmente trasferibili

Tra i prodotti che il progetto sta sviluppando potrebbero candidarsi a una stabilizzazione:

- il *repository* di cui all'obiettivo 3, in cui depositare i materiali formativi e relativi agli interventi di Twh raccolti nel contesto degli obiettivi 1 e 4
- il "fascicolo del lavoratore" di cui all'obiettivo 3, da destinare all'utilizzo dei medici del lavoro del territorio e dei servizi di prevenzione delle aziende sanitarie locali
- il corso di formazione Fad di cui all'obiettivo 4, interamente dedicato all'approccio *Total worker health* e alla sua declinazione nel peculiare contesto italiano
- la metodologia descritta nella guida operativa di cui all'obiettivo 6, che tenta di tradurre l'approccio Twh nella realtà italiana, caratterizzata dalla presenza di



FIG. 2 PORTALE ITWH

Screenshot del portale web di progetto in fase di sviluppo.

una normativa già importante in termini di tutela della salute e sicurezza sul lavoro – il contributo “culturale” del progetto, legato all’ampliamento dell’ambito di azione della medicina del lavoro che vada a includere, oltre alla prevenzione, la promozione della salute (anche nell’ottica del nuovo piano nazionale della prevenzione 2026-2031).

Conclusioni

Premesso che solo a progetto concluso potranno essere valutati gli esiti relativi a ciascun obiettivo, sin da ora emerge la volontà di portare a sistema l’approccio Twh all’interno delle strategie di prevenzione primaria del sistema sanitario nazionale. Il documento di “Strategia nazionale in materia di salute e

sicurezza sul lavoro 2026-2030”, redatto nell’ambito del comitato per l’indirizzo e la valutazione delle politiche attive e per il coordinamento nazionale delle attività di vigilanza in materia di salute e sicurezza sul lavoro (art. 5 Dlgs 81/08) e presentato alla commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro (art. 6 D.Lgs. 81/08), di prossima approvazione formale, contempla nell’asse strategico 1 l’implementazione del modello Twh. Altresì, nei lavori di redazione del nuovo piano nazionale della prevenzione 2026-2030, si è consolidata la volontà di definire un programma predefinito (quindi vincolante per tutte le Regioni e Province autonome) che integri l’approccio *Occupational safety and health* (Osh) e *Health promotion* (Hp), come sostenuto dal Niosh a partire dall’evidenza che: – l’esposizione a fattori di rischio occupazionali e comportamentali

aumenta il rischio di malattia dei lavoratori [13]

– i lavoratori esposti a più elevati rischi occupazionali sono più esposti anche a comportamenti a rischio per la salute [14]
– l’integrazione tra Osh e Hp può aumentare l’efficacia dei programmi per i lavoratori ad alto rischio [15]
– gli sforzi integrati di Osh e Hp possono portare benefici all’organizzazione del lavoro e all’ambiente in generale [16].

Michele Carugno^{1,2}, Nicoletta Cornaggia³, Danilo Cereda³

1. Dipartimento di Scienze cliniche e di comunità, Università degli studi di Milano
2. Sc Medicina del lavoro, Fondazione Irccs Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico
3. Unità organizzativa Prevenzione, struttura Prevenzione sanitaria dai rischi ambientali, climatici e lavorativi, Direzione generale Welfare, Regione Lombardia

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Tamers S.L., Streit J., Pana-Cryan R., Ray T., Syron L., Flynn M.A., Castillo D., Roth G., Geraci C., Guerin R., Schulte P., Henn S., Chang C.C., Felknor S., Howard J., “Envisioning the future of work to safeguard the safety, health, and wellbeing of the workforce: A perspective from the Cdc’s National institute for occupational safety and health”, *Am J Ind Med*, 2020, 63(12):1065–84, <https://doi.org/10.1002/ajim.23183>
- [2] Iavicoli I., Spataro G., Chosewood L.C., Schulte P.A., “Occupational medicine and Total worker health®: from preventing health and safety risks in the workplace to promoting health for the total well-being of the worker”, *Med Lav*, 2022, 113(6):e2022054, <https://doi.org/10.23749/mdl.v113i6.13891>
- [3] Gu J.K., Charles L.E., Burchfiel C.M., Fekedulegn D., Sarkisian K., Andrew M.E., Ma C., Violanti J.M., “Long work hours and adiposity among police officers in a US northeast city”, *J Occup Environ Med*, 2012, 54(11):1374–81. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e31825f2bea>
- [4] Morse T., Dussetschleger J., Warren N., Cherniack M., “Talking about health: correction employees’ assessments of obstacles to healthy living”, *J Occup Environ Med*, 2011, 53(9):1037–45. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e3182260e2c>
- [5] Wright L., Borrill J., Teers R., Cassidy T., “The mental health consequences of dealing with self-inflicted death in custody”, *Couns Psychol Q*, 2006, 19(2):165–80. <https://doi.org/10.1080/09515070600811824>
- [6] Hamer M., Coombs N., Stamatakis E., “Associations between objectively assessed and self-reported sedentary time with mental health in adults: an analysis of data from the Health Survey for England”, *BMJ Open*, 2014, 4(3):e004580, <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004580>
- [7] Olson R., Rice S.P.M., Bauer T.N., Wipfli B., Anger W.K., Bodner T., Graven P., Greenspan L.S., “Primary prevention of weight gain among new bus operators: results of the ‘Success & health impacts for transit operators during onboarding’ (Shift Onboard) pilot study”, *J Occup Environ Med*, 2023, 65(2):128–39, <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002699>
- [8] Cremaschini M., Moretti R., Brembilla G., Valoti M., Sarnataro F., Spada P., Mologni G., Franchin D., Antonioli L., Parodi D., Barbaglio G., Masanotti G., Fiandri R., “Stima dell’effetto ad un anno di un programma di promozione della salute nei luoghi di lavoro in provincia di Bergamo”, *Med Lav*, 2015, 106(3):159–71.
- [9] Leso V., Carugno M., Carrer P., Fusco F., Mendola M., Coppola M., Zaffina S., Di Prinzio R.R., Iavicoli I., “The Total worker health® (Twh) approach: a systematic review of its application in different occupational settings”, *Bmc Public Health*, 2024, 24(1):2037, doi:10.1186/s12889-024-19500-y
- [10] Campo G., Mattioli S., Cocco P.L., Cristaudo A., Dell’Omo M., Mosconi G., Martini B., Marinelli F., Papale A., Pizzuti A., Di Francesco A., Curti S., “Il progetto Marel: dalla costituzione della rete di ambulatori di Medicina del lavoro all’analisi dei dati raccolti sulle esposizioni professionali”, *Med Lav*, 2017, 108, Suppl 1: 5-12. doi:10.23749/mdl.v108i1-S.6971
- [11] Fontana L., Dolce P., Santocono C., Annarumma M., Iavicoli I., “Validation of the Niosh worker well-being questionnaire in Italian language”, *J Occup Environ Med*, 2023, 65(6):e402-e412, doi:10.1097/JOM.0000000000002835
- [12] Di Prinzio R.R., Bondanini G., De Falco F., Vinci M.R., Camisa V., Santoro A., Arnesano G., Dalmasso G., Raponi M., Di Brino E., Cicchetti A., Magnavita N., Zaffina S., “Feasibility of a stop smoking program for healthcare workers in an Italian hospital: econometric analysis in a Total worker health® approach”, *Ann Glob Health*, 2023, 89(1):56. doi:10.5334/aogh.4153
- [13] Schulte P.A., Pandalai S., Wulsin V., Chun H., “Interaction of occupational and personal risk factors in workforce health and safety”, *Am J Public Health*, 2012, 102(3):434–48, doi: 10.2105/AJPH.2011.300249.
- [14] Ulutasdemir N., Kilic M., Zeki Ö., Begendi F., “Effects of occupational health and safety on healthy lifestyle behaviors of workers employed in a private company in Turkey”, *Ann Glob Health*, 2015, 81(4):503–11, doi: 10.1016/j.aogh.2015.08.018.
- [15] Godono A., Leso V., Paradisi E., Carena E., Picciaiola M.V., Schneider-Kamp A., Ciocan C., Bert F., Veglio F., Boffetta P., Iavicoli I., “Effectiveness of occupational health promotion programs on cardiometabolic risk factors: a systematic review and three-level meta-analysis”, *Med Lav*, 2025, 116(6):18179, doi: 10.23749/mdl.v116i6.18179.
- [16] Sorensen G., McLellan D.L., Sabbath E.L., Dennerlein J.T., Nagler E.M., Hurtado D.A., Pronk N.A., Wagner G.R., “Integrating worksite health protection and health promotion: A conceptual model for intervention and research”, *Prev Med*, 2016, 91:188–196, doi: 10.1016/j.ypmed.2016.08.005.

L'IMPATTO DEI CONTAMINANTI DEL MAR MEDITERRANEO

IL PROGETTO CAP-FISH VALUTA L'IMPATTO DI CONTAMINANTI AMBIENTALI TOSSICI E PERSISTENTI (METALLI PESANTI, DIOSSINE, PFAS E BFR) NEL PESCATO DEL MEDITERRANEO. LE INDAGINI MIRANO A DEFINIRE SCENARI DI RISCHIO PER LA SALUTE UMANA E STUDIANO GLI EFFETTI NEURODEGENERATIVI.

Il progetto Cap-fish si colloca all'intersezione critica tra ambiente, alimentazione e salute, riconoscendo che la sicurezza degli alimenti è intrinsecamente legata alla salubrità dei luoghi di produzione. La presenza di contaminanti ambientali nei prodotti ittici è da decenni una priorità per la salute pubblica.

Il mar Mediterraneo rappresenta un caso di studio cruciale e vulnerabile. Essendo un bacino semi-chiuso, con un ricambio idrico limitato proveniente essenzialmente dall'oceano Atlantico, i tempi di residenza dei contaminanti chimici aumentano significativamente, favorendone l'accumulo negli organismi marini.

Sebbene il consumo di pesce sia universalmente riconosciuto per il suo apporto di nutrienti vitali – come gli acidi grassi omega-3, le vitamine del gruppo B e gli antiossidanti, fondamentali per la salute cerebrale – esso costituisce anche la via principale di esposizione a sostanze tossiche. Contaminanti come metalli pesanti (arsenico, metilmercurio, piombo, cadmio) e pesticidi (organofosfati) possono entrare nella dieta, risultando dannosi non solo per il cervello, ma anche per il microbiota intestinale, un fattore chiave nella patogenesi delle malattie neurodegenerative.

Attualmente, il sistema di controllo ufficiale italiano si concentra principalmente sul pesce d'allevamento, mentre i dati sulla contaminazione del pescato e sui contaminanti emergenti rimangono scarsi o incompleti.

Mancando un legame quantitativo ben definito tra i livelli di contaminanti nell'ambiente marino e quelli nei diversi organismi ittici, emerge la chiara necessità di una ricerca mirata.

L'obiettivo principale del progetto Cap-fish è valutare l'impatto dei contaminanti ambientali tossici e persistenti di interesse prioritario nei prodotti ittici del mar Mediterraneo e studiare scenari di esposizione

alimentare, approfondendo i possibili rischi per la salute umana.

I risultati mirano a supportare e implementare i regolamenti nazionali e internazionali per la sicurezza dei prodotti ittici, attraverso lo studio della

presenza nel pescato di diverse classi di contaminanti, tra cui:

- diossine (Pccd/Pcdf) e policlorobifenili (Pcb)
- metalli tossici (arsenico, cadmio, mercurio, piombo)

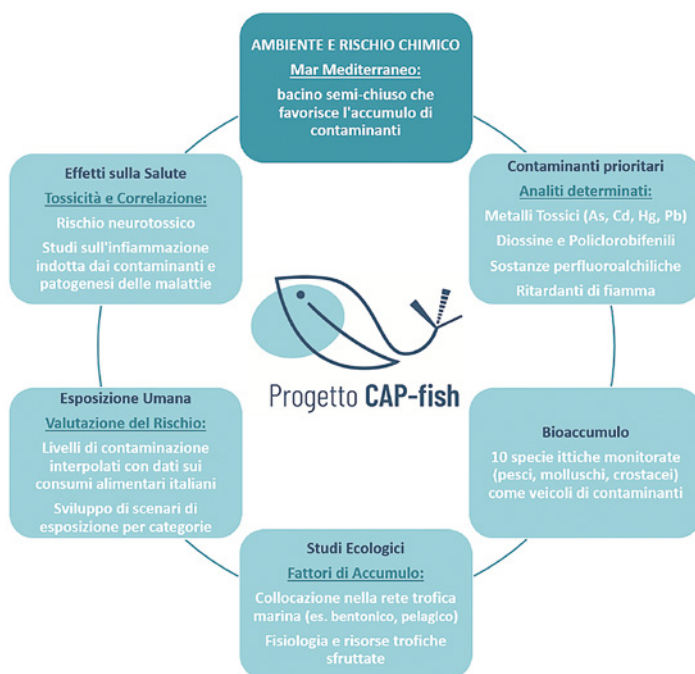


FIG. 1
PROGETTO CAP-FISH

Il progetto in sintesi

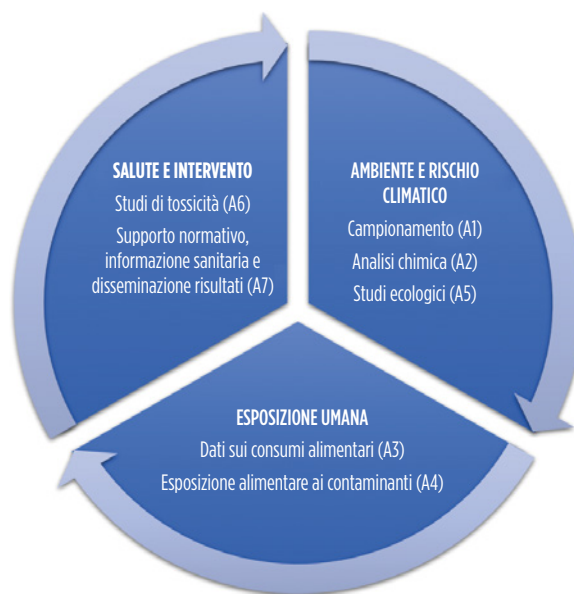


FIG. 2
AMBIENTE-ALIMENTI-SALUTE

Percorso logico del progetto, dall'ambiente marino alla salute umana, integrando tutti gli aspetti studiati nel progetto in corso.

- sostanze perfluoroalchiliche (Pfas)
- ritardanti di fiamma bromurati (Brf)
- metilmercurio

Metodologia e attività principali

Il progetto è articolato in 7 azioni principali interconnesse, con un approccio integrato che combina competenze gestionali, tecniche e specialistiche (*tabella1 e figura 1*). Lo studio si distingue per l'ampiezza e la rigurosità del suo piano di campionamento, che è unico in Italia per numero di specie e numerosità campionaria. La strategia si concentra sulle 10 specie ittiche più rilevanti per la popolazione italiana in termini di pescato. Si tratta delle specie che, singolarmente, superano il 2% del pescato totale italiano del 2019 e che, sommate, rappresentano il 62% della produzione totale: acciughe, sardine, vongole, gamberi bianchi e rosa, naselli, triglie di fango, seppie, pannocchie, tonni rossi e polpi (*tabella 2*). Il piano prevede la raccolta di 1.360 campioni totali (136 per specie) distribuiti nel periodo 2024/2026. Per garantire una rappresentazione fedele, il campionamento è ripartito in 12 regioni costiere (Abruzzo, Calabria, Campania, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Marche, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana e Veneto) che, insieme, contribuiscono ad almeno l'80% del pescato per la specie in questione (*tabella 3*). Inoltre, il prelievo viene distribuito equamente nel corso dell'anno, escludendo i periodi di riproduzione, per evitare variazioni nei risultati analitici dovute alla fluttuazione del tenore lipidico (*tabella 4*).

Aspetti analitici e valutazione del rischio integrato

La determinazione dei contaminanti è condotta con metodi all'avanguardia e accreditati a livello internazionale, basati sulla spettrometria di massa. Si utilizzano tecniche avanzate come Lc-(Hr)Ms/Ms e Hrgc-Hrms per i composti organici e la spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo (Icp-Ms) per i metalli tossici. Le analisi sono condotte su singoli campioni per massimizzare le informazioni sulle differenze nei livelli di contaminazione. Un aspetto innovativo del progetto è lo studio parallelo della complessità

fisiologica e della collocazione nella rete trofica marina delle specie esaminate. I dati di contaminazione sono infatti correlati al modo in cui gli organismi sfruttano le risorse trofiche (organismi bentonici, pelagici ecc.) e all'ambiente marino in cui vivono, consentendo di valutare l'accumulo in funzione del loro stile di vita. Per stimare il rischio per l'uomo, i livelli di contaminazione sono incrociati con i dati di consumo alimentare della popolazione italiana. Il progetto

prevede lo sviluppo di diversi scenari di esposizione, tenendo conto delle categorie di età dei consumatori. A tal fine, sono stati già raccolti circa 600 questionari sui consumi alimentari. Infine, il progetto non si limita alla misurazione della presenza, ma approfondisce i potenziali effetti tossici. Sono in corso studi di immuno-tossicità per valutare l'infiammazione indotta dall'esposizione ai contaminanti persistenti e la sua correlazione con lo sviluppo di malattie neurodegenerative.

TAB. 1
ATTIVITÀ

Descrizione delle attività principali del progetto Cap-fish.

Codice azione	Descrizione attività
Azione 1	Prelievo e raccolta campioni di pesci, molluschi e crostacei su scala nazionale
Azione 2	Analisi e determinazione dei contaminanti prioritari (Pcdd/f, Pcb, metalli tossici, Bfr, Pfas) nei campioni
Azione 3	Raccolta dati sui consumi alimentari della popolazione italiana rispetto alle specie ittiche monitorate
Azione 4	Elaborazione dati e definizione dei livelli di rischio chimico; valutazione dell'esposizione della popolazione
Azione 5	Studio della fisiologia e delle abitudini trofiche degli organismi, in relazione ai livelli di contaminazione
Azione 6	Studio dell'infiammazione indotta dall'esposizione a contaminanti ambientali persistenti e della correlazione con lo sviluppo di malattie neurodegenerative
Azione 7	Disseminazione dei risultati e sensibilizzare di cittadini e operatori deputati al controllo sulle buone pratiche di consumo dei prodotti ittici; trasferimento dei dati ai decisori, per implementare le banche dati e migliorare la definizione delle soglie di rischio

TAB. 2
PESCATO

Produzione nazionale della pesca marittima e lagunare nel Mediterraneo, anno 2019, divisa per specie e incidenza percentuale rispetto al totale.

Specie ittica	Nome scientifico	Pescato (t)	Incidenza (%)
Acciughe*	<i>Engraulis encrasicolus</i>	31.068	18,0
Sardine*	<i>Sardina pilchardus</i>	23.317	13,5
Vongole**	<i>Chamelea gallina</i>	15.928	9,2
Gamberi bianchi***	<i>Parapenaeus longirostris</i>	9.011	5,1
Naselli*	<i>Merluccius merluccius</i>	7.040	4,0
Triglie di fango*	<i>Mullus barbatus</i>	4.972	2,9
Seppie**	<i>Sepia officinalis</i>	4.874	2,8
Pannocchie***	<i>Squilla mantis</i>	3.949	2,3
Tonni rossi*	<i>Thunnus thynnus</i>	3.913	2,2
Polpi**	<i>Octopus vulgaris</i>	3.813	2,2
*Totale pesci		113.154	65,1
**Totale molluschi		40.198	23,1
***Totale crostacei		20.609	11,8
Totale generale		173.961	100,0

TAB. 3
REGIONI

Ripartizione regionale totale dei campioni del progetto.

Regione	n. campioni	Regione	n. campioni
Sicilia	280	Abruzzo	79
Puglia	234	Sardegna	62
Marche	200	Toscana	52
Veneto	177	Lazio	38
Emilia-Romagna	127	Friuli Venezia Giulia	10
Campania	93	Calabria	8

Stato di avanzamento

Il progetto sta procedendo in linea con gli obiettivi e ha raggiunto risultati significativi: l'attività di coordinamento e gestione è stata intensiva, con numerose riunioni inter-unità per l'allineamento con i partner e il Ministero della Salute. A oggi, circa il 50% dei campioni totali è stato raccolto e le attività analitiche sono pienamente operative supportate dalla partecipazione soddisfacente a circuiti interlaboratorio per garantire dati analitici armonizzati su contaminanti oggetto di studio.

Il progetto vede la partecipazione di una rete di eccellenza, inclusi l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), istituti zooprofilattici sperimentali (Izsam e Izsum), l'Ircs - Fondazione Santa Lucia e Università Campus Bio-medico. Le Regioni Molise (capofila), Lazio, Friuli Venezia Giulia, Campania, Sardegna e Puglia sono parte attiva, in particolare nelle attività di disseminazione.

I risultati finali avranno un triplice impatto:

- supporto normativo: fornire dati scientifici solidi per implementare e sviluppare i regolamenti nazionali ed europei sulla sicurezza dei prodotti ittici
- informazione sanitaria: offrire al sistema sanitario nazionale dati preziosi sui livelli di contaminazione e sugli scenari di esposizione umana
- consapevolezza pubblica: rafforzare la fiducia nella pubblica amministrazione attraverso una comunicazione efficace e aumentare la consapevolezza del rischio nei cittadini.

Chiara Maggi¹, Michele Colitti², Arianna Piersanti³, Gianfranco Diletti⁴ e il GdI Cap-fish

1. Ispra
2. Regione Molise
3. Istituto zooprofilattico sperimentale dell'Umbria e delle Marche
4. Istituto zooprofilattico sperimentale dell'Abruzzo e del Molise

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto Cap-fish (Codice Prev-A-2022-12376997) con il supporto tecnico ed economico del Ministero della Salute e del Piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc - Linea di investimento 1.4), approvato con DI 6 maggio 2021, n. 59 e convertito con modificazioni dalla legge 101/2021.

Specie ittica	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Acciughe	X	X	X								X	X
Sardine	X			X	X	X	X	X	X			
Vongole	X	X	X									X
Gamberi rosa	X	X	X	X				X	X			X
Naselli				X	X	X	X	X	X			
Triglie di fango	X	X	X	X				X	X			X
Seppie	X	X	X							X	X	X
Pannocchie	X	X	X							X	X	X
Tonni rossi	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Polpi	X	X	X	X					X	X	X	X

TAB. 4 PIANO DI CAMPIONAMENTO

Piano di campionamento delle specie acquatiche in funzione dei periodi di riproduzione.



IL RUOLO DI ISPRA

Nel progetto Cap-fish, l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) svolge un ruolo chiave come partner tecnico-scientifico, essendo la sua partecipazione orientata a garantire la qualità e la solidità delle attività di monitoraggio e di analisi, fondamentali per valutare l'impatto dei contaminanti ambientali nei prodotti ittici del mar Mediterraneo e i rischi associati per la salute umana.

Nello specifico, Ispra contribuisce allo sviluppo e all'applicazione di metodologie analitiche avanzate per la determinazione di contaminanti prioritari. Queste analisi vengono condotte con tecniche di spettrometria di massa di ultima generazione, assicurando dati affidabili e comparabili a livello internazionale. L'Istituto svolge inoltre il coordinamento operativo delle attività di campionamento del pescato: un piano ambizioso che prevede la raccolta di oltre 1.300 campioni di pesci, molluschi e crostacei in 12 regioni costiere italiane, distribuiti nel tempo per garantire rappresentatività e robustezza statistica.

Oltre alla parte analitica, Ispra partecipa alla gestione dei dati e alla valutazione del rischio chimico, integrando i livelli di contaminazione con le informazioni sui consumi alimentari della popolazione italiana. Questo approccio consentirà di sviluppare scenari realistici di esposizione e di fornire indicazioni utili per la tutela della salute pubblica. L'Istituto contribuisce anche alla disseminazione dei risultati, al trasferimento delle conoscenze ai decisori politici e alla definizione di soglie di rischio più accurate, rafforzando così il legame tra ricerca scientifica e politiche di sicurezza alimentare.

Il contributo di Ispra al progetto Cap-fish non si limita alla dimensione tecnica, ma assume un valore strategico per le politiche ambientali e alimentari. Grazie alla sua esperienza, l'Istituto rappresenta un ponte tra la ricerca scientifica e le decisioni normative, trasformando dati complessi in strumenti concreti per la tutela della salute pubblica. In un contesto come quello del mar Mediterraneo, dove la pressione antropica e la vulnerabilità ecologica si intrecciano, il lavoro di Ispra diventa essenziale per garantire la sicurezza e la fiducia dei cittadini nella qualità delle risorse alimentari. Cap-fish, con il supporto di Ispra, si configura come un modello di integrazione tra ambiente, alimentazione e salute, capace di orientare scelte sostenibili e rafforzare la protezione dell'ecosistema marino.

UNA PIATTAFORMA CONDIVISA PER AMBIENTE E SALUTE

IL PROGETTO DIGISAT HA COME OBIETTIVO LA REALIZZAZIONE DI UNA PIATTAFORMA DIGITALE INTEROPERABILE E DI STRUMENTI METODOLOGICI AVANZATI PER SUPERARE LA FRAMMENTAZIONE DEI DATI TRA I SETTORI SANITARIO E AMBIENTALE, BASE PER LA PREVENZIONE, LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO.

Il legame tra ambiente e salute è un dato scientifico ineludibile. In un'epoca caratterizzata da rapidi cambiamenti climatici, una crescente pressione ambientale sui territori e l'emergere di nuove sfide sanitarie globali, è diventato evidente come la salute umana non possa più essere considerata un'entità isolata e come la sua sorte non possa che essere sempre più intimamente e indissolubilmente legata alla salute dell'ambiente e degli animali. Questo principio fondamentale è al centro dell'approccio *One health*, una strategia multidisciplinare e intersettoriale riconosciuta universalmente come l'unica via percorribile per affrontare le complesse interazioni tra ecosistemi, fauna e benessere umano. Il concetto di *One health* non è semplicemente un'idea astratta, ma un imperativo operativo intrinsecamente basato sull'interdisciplinarietà che non può prescindere da un concerto di professionalità e competenze eterogenee e che richiede l'indispensabile concorso di un ampio ventaglio di figure che, superando i tradizionali compartimenti stagni, operino sinergicamente. Per contribuire a colmare le lacune informative e metodologiche in questo campo critico. Per tradurre l'approccio *One health* in azioni concrete e misurabili a livello territoriale, il Piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc) al Pnrr ha finanziato iniziative di ricerca e sviluppo mirate. Tra queste, il progetto Digisat.

Il portale digitale territoriale per la valutazione del rischio integrato

Il progetto Digisat, "Portale salute ambiente territoriale per la valutazione del rischio integrato", si inserisce nella linea di investimento 1.4 del Pnc, incentrata sulla promozione e il finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche

aree d'intervento salute-ambiente-biodiversità-clima. Il progetto è guidato dalla Regione Marche per il tramite dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale (Arpam) e vede il coinvolgimento a livello nazionale di altre unità operative regionali. Oltre all'Arpa Marche, nello specifico le unità operative coinvolte sono: Ats Milano e Regione Lombardia, Arpa Emilia-Romagna, Dep Lazio, Arpa Molise e Aress Puglia; il tutto con il coordinamento scientifico dell'Istituto superiore di sanità (Iss). L'obiettivo primario di Digisat è la realizzazione di una piattaforma digitale interoperabile e di strumenti metodologici avanzati che permettano di superare la frammentazione dei dati e delle analisi tra i settori sanitario e ambientale. Il portale si propone come un punto di raccordo e di sintesi per informazioni complesse, trasformandole in conoscenza operativa per la prevenzione, la pianificazione territoriale e la comunicazione del rischio.

Nel concreto, il progetto si propone di disegnare una strategia di integrazione e raccordo di informazioni e banche dati digitali, sanitarie e ambientali, nonché socio-economiche e demografiche, collegate alla realizzazione di applicativi informatici finalizzati, con approccio epidemiologico e tossicologico, a rispondere a precise domande di sanità pubblica e di prevenzione primaria, sia in termini di comunicazione del rischio sia di analisi dei rischi legati alle esposizioni ambientali a supporto delle valutazioni integrate, ambientali e sanitarie.

Linee di azione strategiche e obiettivi specifici di Digisat

L'articolazione del progetto Digisat è basata sullo sviluppo di alcune linee di azione da svolgere secondo distinti obiettivi specifici, declinabili nella realizzazione di azioni strategiche.



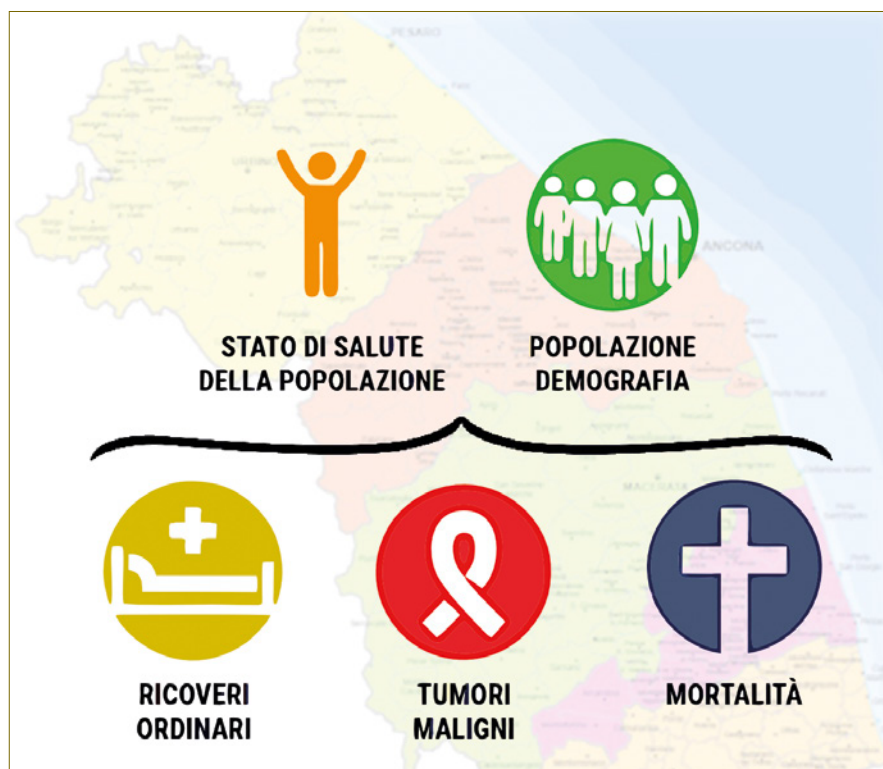
Le linee di azione possono essere sintetizzate nel seguente modo.

Piattaforma di interoperabilità e integrazione e digitalizzazione dei dati
L'obiettivo è quello di sviluppare un'infrastruttura tecnologica capace di acquisire, standardizzare e integrare dati provenienti da sistemi informativi nazionali (Snps, Snpa) con le loro articolazioni regionali. I dati ambientali (ad esempio monitoraggio della qualità dell'aria, dei corpi idrici, dell'utilizzo del suolo, della viabilità, degli impianti con potenziale impatto ambientale, dei siti contaminati, dei recettori sensibili ecc.), i dati socio-economici e demografici (es. popolazione su base censuaria, indice di deprivazione, di vecchiaia, di dipendenza strutturale, tasso di natalità, mortalità, occupazione ecc.) e i dati sanitari (ad esempio indicatori epidemiologici con dati derivati dai registri tumori, flussi dati di ospedalizzazione e mortalità) sono stati gestiti storicamente in compartimenti separati. Digisat mira a interconnettere queste fonti eterogenee, sfruttando le potenzialità della digitalizzazione e della georeferenziazione.

Stato ambientale e profilo di salute della popolazione ante operam

L'infrastruttura intende rappresentare uno strumento di informazione sullo stato ambientale e sul profilo di salute della popolazione residente per tutte le realtà regionali che partecipano al progetto; essa consente di delineare un quadro sintetico informativo dello stato ambientale e di salute della popolazione di ogni singolo comune. La caratterizzazione del profilo di salute *ante operam* della popolazione potenzialmente esposta, peraltro necessaria anche in un'ottica di sorveglianza epidemiologica *post operam*, viene effettuata mediante la valutazione di appropriati indicatori ambientali, socio-economici, demografici e sanitari, quest'ultimi con particolare attenzione, rivolta alle fasce più suscettibili. Ogni tematica viene affrontata in modo da fornire la mappatura dei dati e infografiche facilmente fruibili alla consultazione da parte di ricercatori, professionisti dell'informazione, amministratori locali, stakeholder e cittadini. La disponibilità, inoltre, di dati carattere ambientale e sanitario su scala ridotta di dettaglio spaziale risulta altresì utile alle indagini e alle valutazioni degli operatori su specifici e ristretti contesti territoriali.

La selezione degli indicatori sanitari, in particolare, viene effettuata in relazione



a quelle patologie che la letteratura scientifica associa con sufficiente evidenza all'esposizione di popolazioni agli inquinanti che si prevede vengano emessi nell'ambiente dalle opere in progetto in studio o in generale dalle fonti di pressione ambientale di interesse, cercando di considerare tutte le vie di esposizione, dirette e indirette, e tenendo conto dei gruppi vulnerabili. Le banche dati sanitarie prese a riferimento nell'ambito del progetto afferiscono ai decessi, ai ricoveri ospedalieri e ai registri tumori regionali; gli indicatori sanitari di interesse, in funzione della qualità del dato raccolto, della sua disponibilità e dell'*outcome* oggetto di valutazione, afferiscono a: mortalità generale e per causa, ospedalizzazione per specifiche patologie o gruppi di patologie e incidenza neoplastica.

Aggiornamento e standardizzazione della metodologia per la Valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (Viias)

La necessità di disporre di strumenti metodologici uniformi e aggiornati per la valutazione dell'impatto potenziale di iniziative progettuali, piani o politiche sulla salute umana è di primaria importanza nel campo della sanità pubblica e della valutazione ambientale. A tal fine, è stata sviluppata una risorsa documentale operativa contenente le più recenti acquisizioni scientifiche e procedurali. La finalità primaria di questo documento è la standardizzazione delle pratiche di valutazione dell'impatto

sanitario, proponendo un modello che superi la frammentazione disciplinare attraverso l'integrazione dei principi e dei dati propri della valutazione tossicologica e degli studi epidemiologici. L'obiettivo è quello di fornire una guida operativa focalizzata sulle procedure di raccolta dati e sui metodi necessari per una robusta valutazione del rischio sanitario.

Quanto riportato nel documento tecnico, nell'ambito dell'infrastruttura Digisat, viene quindi declinato operativamente in una procedura di valutazione di impatto integrata, sviluppata attraverso la combinazione sinergica di applicativi informatici che utilizzano gli approcci derivanti dalle discipline della tossicologia e dell'epidemiologia. In tale contesto la caratterizzazione dell'esposizione e la conseguente stima del rischio ambientale-sanitario prevedono l'applicazione preliminare di tecniche avanzate di modellistica e georeferenziazione. La metodologia include l'applicazione automatizzata di un modello di diffusione in aria per simulare il trasporto e la dispersione delle emissioni derivanti dall'opera di progetto. Tale modello consente di considerare le variabili meteorologiche, topografiche e le caratteristiche emissive per stimare la concentrazione di ricaduta a livello territoriale degli inquinanti rilasciati. Il risultato chiave di questa modellazione è l'individuazione di curve di isolivello di ricaduta al suolo (*ground-level concentration isopleths*) degli inquinanti modellizzati. Queste curve permettono di:

- caratterizzare i livelli di concentrazione delle sostanze di ricaduta sul territorio, fornendo una mappa spaziale dell'esposizione
- definire la coorte potenzialmente esposta, ovvero la popolazione residente che ricade all'interno delle aree delimitate dalle curve di isolivello
- individuare la popolazione ponderata per l'esposizione (*population-weighted exposure*, Pwe), ovvero la media dei valori di esposizione di ciascuna sezione di censimento, pesata per la densità abitativa di ciascuna sezione.

L'informazione spaziale relativa alla Pwe e ai livelli di concentrazione al suolo è il fondamento per la successiva fase di stima del rischio. Ciò avrà la finalità di definire, secondo un approccio epidemiologico, la stima degli eventi attribuibili, quantificando l'impatto potenziale sulla salute della Pwe in termini di incidenza di ricovero per patologia o di mortalità aggiuntiva rispetto al rischio di fondo e di determinare, attraverso un approccio tossicologico, il rischio cancerogeno e non cancerogeno dovuto all'esposizione inalatoria cronica agli inquinanti emessi dall'opera di progetto di interesse.

Comunicazione e engagement degli stakeholder

Digisat non è concepito solo come uno strumento tecnico, ma anche come un veicolo per una comunicazione del rischio chiara e accessibile. Il portale presenta un'interfaccia utente semplificata grazie allo sviluppo di dashboard e strumenti di visualizzazione dei dati, pensati per diversi livelli di stakeholder, dal cittadino

informato al decisore politico, garantendo la comprensione immediata della situazione ambiente-salute nel proprio territorio.

Impatto atteso e prospettive future

L'infrastruttura informatica è progettata per offrire un supporto oggettivo e scientificamente solido per la valutazione degli impatti sulla salute pubblica. Questo strumento è fondamentale sia nelle procedure di autorizzazione ambientale sia nell'analisi degli effetti che potenziali fonti di inquinamento possono avere su un determinato territorio. L'obiettivo principale è consentire la previsione e la riduzione dei rischi sanitari, sia nella fase di pianificazione di nuove strutture (prevenzione in fase di progettazione) sia nell'apportare miglioramenti a impianti già operativi (modifiche impiantistiche), tutto ciò basandosi su un'analisi retrospettiva dei pericoli legati al progetto. Un elemento chiave del progetto è l'inclusione delle comunità residenti, in particolare quelle ubicate in contesti di elevata pressione ambientale. Tale coinvolgimento si attua attraverso la possibilità di consultazione dei dati inerenti lo stato ambientale, socio-demografico e sanitario del territorio impattato. La finalità è promuovere la condivisione della percezione del rischio, migliorando in tal modo l'accettabilità sociale delle iniziative di mitigazione e prevenzione che saranno implementate. I risultati e i dataset integrati generati dal portale Digisat, infatti, sono pensati per essere

direttamente fruibili dai *polymaker* e dagli enti di pianificazione. Il sistema in tal senso offrendo la possibilità di simulare l'impatto di diverse opzioni politiche (es. introduzione di aree verdi, chiusura di sorgenti inquinanti, cambiamenti nella mobilità urbana) sulla salute della popolazione, può contribuire a supportare le decisioni politiche e la pianificazione territoriale, orientando gli interventi verso soluzioni con il massimo co-beneficio ambientale e sanitario. Il sistema si configura, pertanto, come un'infrastruttura informativa che detiene il principio dell'interoperabilità, permettendo l'integrazione e lo scambio di dati in modo efficiente e standardizzato con altri sistemi informatici e banche dati, e della trasferibilità consentendo la replicazione e l'adozione della piattaforma in contesti territoriali diversi, al fine di contribuire a rendere uniforme su tutto il territorio nazionale la metodologia di valutazione integrata di impatto ambientale e sanitaria in un'ottica di prevenzione e promozione della salute pubblica.

Marco Baldini, Silvia Bartolacci

Servizio epidemiologia ambientale,
Arpa Marche

IL RUOLO DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA E ARPA MARCHE

Arpa Marche

Digisat è un progetto guidato dalla Regione Marche, per il tramite di Arpa Marche e con il coordinamento scientifico dell'Istituto superiore di sanità. Coinvolge diverse unità operative regionali e mira a creare una piattaforma digitale interoperabile per integrare dati ambientali, sanitari, socio-economici e demografici, storicamente gestiti separatamente.

Arpae Emilia-Romagna

Arpae Emilia-Romagna è Unità operativa del progetto a supporto di Arpa Marche nella gestione del progetto e nella realizzazione di tutti gli obiettivi, con azioni specifiche sullo sviluppo dei moduli dell'applicativo per la valutazione dell'esposizione e la stima del rischio per la salute.

È responsabile dell'obiettivo 2 del progetto (Selezione dei coefficienti di rischio da adottare per la valutazione di impatto integrata ambiente e salute) e dell'obiettivo 6 relativamente alla produzione di schede informative sull'associazione tra i fattori di rischio ambientali e gli esiti sanitari e sulla creazione di percorsi formativi rivolti agli operatori Snps-Snpa sull'integrazione delle competenze epidemiologiche

e tossicologiche utili alla valutazione del rischio per la salute delle popolazioni esposte a sorgenti puntuali di tipo industriale, tipiche dei procedimenti autorizzativi. Ha coordinato il gruppo di lavoro multidisciplinare per la standardizzazione di una metodologia di valutazione di impatto integrata con approccio tossicologico ed epidemiologico, con inclusione di dati strutturati e non. Questa attività ha portato alla redazione di un documento di indirizzo sul tema, che comprende le evidenze di letteratura e indicazioni operative per lo svolgimento della valutazione del rischio epidemiologico e tossicologico. Data l'attualità del tema, si prevede una seconda edizione del documento operativo, integrato dalle attività che continueranno, anche dal punto di vista metodologico, fino a fine progetto. All'interno delle attività legate alla produzione di uno strumento operativo per la valutazione di impatto sanitario, è stato prodotto un applicativo per il calcolo dell'esposizione della popolazione esposta a inquinamento atmosferico derivante da emissioni di sorgenti puntuali, tramite l'integrazione di modellistica di ricaduta degli inquinanti in aree sub-comunali e la georeferenziazione della popolazione residente (metodo della *population weighted exposure*, Pwe).

CONTROLLO DEI CHEMICALS PER LA SALUTE PUBBLICA

IL PROGETTO PUNTA A REALIZZARE UN SISTEMA INTEGRATO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO FAVORENDO LA COLLABORAZIONE TRA CENTRI ANTIVELENI, SISTEMA DI SORVEGLIANZA DELLE ESPOSIZIONI PERICOLOSE E DELLE INTOSSICAZIONI, RETE DEI LABORATORI E AUTORITÀ DI CONTROLLO, ATTRAVERSO LA CONDIVISIONE DI INFORMAZIONI, PROCEDURE E METODOLOGIE.

Nell'ambito della Missione 6 – Salute del Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) la Direzione generale della Prevenzione sanitaria (Dgprev) del Ministero della Salute (Mds) è titolare di due investimenti volti a rafforzare il Servizio sanitario nazionale (Ssn) per la tutela della salute dei cittadini.

Tra questi, l'Investimento 1.4 – Promozione e finanziamento della ricerca applicata mediante approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-clima (Area A5) – include il progetto “Il sistema nazionale per il controllo e la sorveglianza dei chemicals a tutela della salute pubblica”, finanziato con un importo complessivo pari a 2.100.000 euro e coordinato dalla Regione Puglia attraverso l'Agenzia regionale per la

salute e il sociale (Aress) in qualità di ente capofila del progetto.

Il progetto Chemicals

Il progetto Chemicals, promosso dal Centro nazionale delle sostanze chimiche, prodotti Cosmetici e protezione del consumatore (Cnsc) dell'Istituto superiore di sanità (Iss), coinvolge 15 Unità operative (Uo) distribuite sul territorio nazionale (figura 1). Avviato a gennaio 2023, si concluderà entro dicembre 2026, avendo durata complessiva di 4 anni [1]. L'obiettivo generale consiste nella realizzazione di un sistema integrato di sorveglianza e controllo dei chemicals, favorendo la collaborazione tra Centri

antiveleni (Cav), Sistema di sorveglianza delle esposizioni pericolose e delle intossicazioni (Sin-Sepi), Rete dei laboratori e Autorità di controllo (Ac) nazionali e regionali, attraverso la condivisione di informazioni, procedure e metodologie.

L'iniziativa si inserisce all'interno della *Chemicals strategy for sustainability* dell'Ue [2], parte dello *European green deal* che, entro il 2030, mira a vietare sostanze pericolose nei prodotti destinati ai consumatori, promuovere l'impiego di sostanze sicure e sostenibili e valutare e ridurre l'uso dei chemicals. Normative europee quali Reach (Reg. (CE) n.1907/2006) [3] e Clp (Reg. (CE) 1272/2008) [4], insieme a strumenti nazionali come il Piano nazionale della prevenzione (Pnp) e i Livelli essenziali di assistenza (Lea),

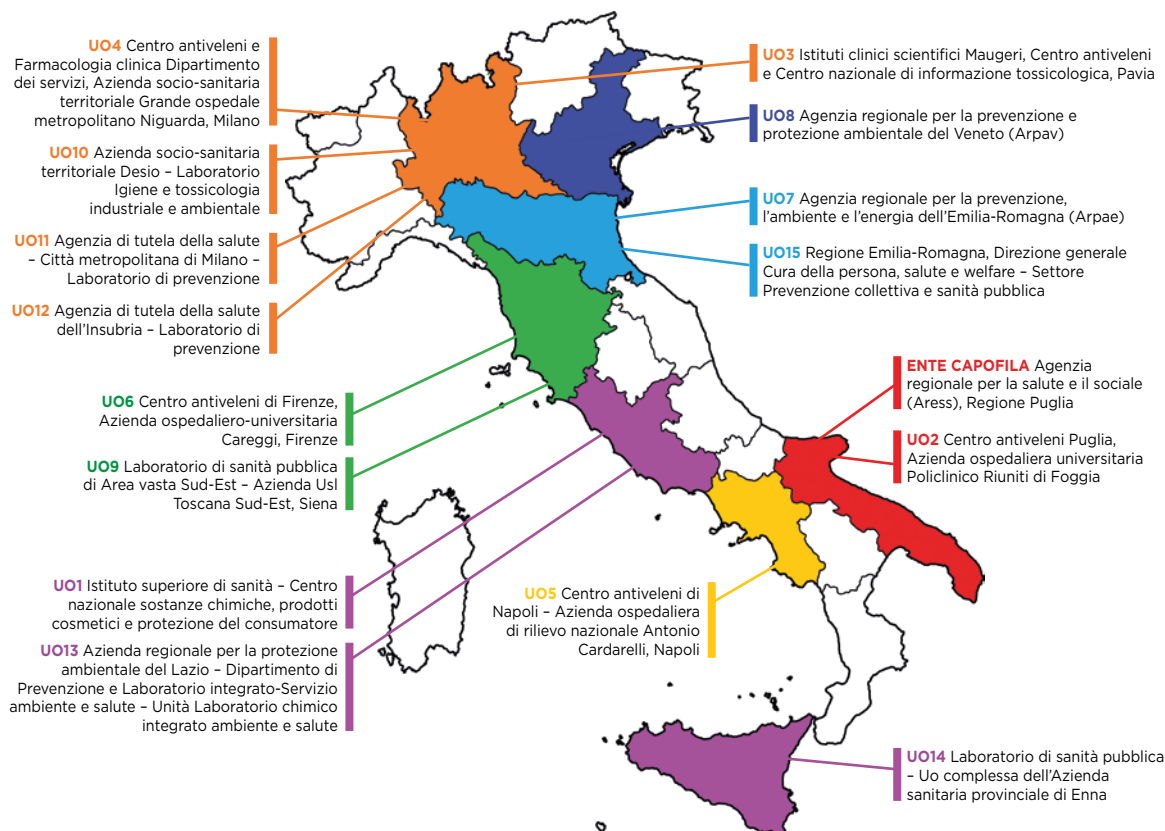


FIG. 1
UNITÀ OPERATIVE

Il progetto Chemicals coinvolge 15 unità operative (Uo) distribuite sul territorio nazionale.

tutelano salute e ambiente tramite la messa al bando o la restrizione d'uso di sostanze ad alta pericolosità, garantendo l'accesso pubblico alle informazioni e contribuendo al contrasto del traffico illegale.

Tra le Uo partecipanti figurano 5 dei 10 Cav nazionali accreditati ai sensi dell'Asr n.56/Csr del 28/02/2008 [5] che svolgono un ruolo cruciale nella valutazione delle esposizioni e intossicazioni da prodotti chimici e non, nella gestione delle emergenze sanitarie correlate e nel fornire semplici informazioni sulla pericolosità degli agenti. La rete dei Cav italiani effettua consulenza tossicologica a cittadini e operatori sanitari e collabora

con le Ac, come il Ministero della Salute, per promuovere misure di prevenzione atte a diminuire o eliminare il rischio di esposizione a particolari prodotti in commercio.

Il Sin-Sepi, operativo presso il Cnsc-Iss dal 2017, collabora con 7 dei 10 Cav accreditati con l'obiettivo di identificare i prodotti pericolosi in commercio che potrebbero richiedere misure preventive [6]. I Cav trasmettono i propri database sulle consulenze annuali effettuate i cui dati vengono armonizzati dai referenti Iss del Sin-Sepi e integrati in un archivio unico. Tali informazioni consentono di monitorare l'andamento delle esposizioni per un prodotto o per una categoria

di prodotti, differenziando anche per sottogruppi target di popolazione (ad esempio bambini, lavoratori ecc.) e permettono una valutazione specifica del rischio. Ciò orienterà le Ac verso misure di gestione del rischio *evidence-based*, anche al fine di verificare i requisiti previsti dalle disposizioni europee [3, 4]. Inoltre, tutti i 10 Cav accreditati possono segnalare singoli episodi sentinella che coinvolgono i cittadini esposti tramite una scheda di sorveglianza online [7], qualora emergano rischi inattesi anche in condizioni di corretto utilizzo di un prodotto.

Parallelamente, la rete dei laboratori Reach-Clp-Biocidi-Cosmetici,

IL RUOLO DI ARPA VENETO, ARPAE EMILIA-ROMAGNA E ARPA LAZIO

Arpa Veneto

L'Agenzia regionale per la prevenzione e protezione ambientale del Veneto (Arpav) ha messo a disposizione la propria esperienza nell'ambito dell'analisi di sostanze, miscele e articoli per la verifica della conformità ai regolamenti Reach e Clp, partecipando ai differenti gruppi di lavoro per la stesura di linee guida per le analisi degli agenti chimici ai quali differenti classi di persone sono esposte. In particolare ha fornito i seguenti metodi:

- analisi degli ftalati in giocattoli e in articoli per l'infanzia
- ricerca del Lialil in cosmetici
- analisi di silossani ciclici in cosmetici da risciacquo (shampoo, balsami ecc.)
- ricerca dell' 1,4 diclorobenzene in prodotti per la pulizia e in tavolette per il Wd
- ricerca del decabromodifenilietere in abbigliamento
- analisi del cromo esavalente nei cementi
- analisi di solventi in diluenti colle e vernici
- ricerca di Pfas in articoli
- analisi del carbonio elementare per la verifica dell'esposizione dei lavoratori ai fumi esausti di combustioni di diesel.

Nel proseguimento del progetto l'Agenzia fornirà ulteriori contributi in particolare per la verifica dell'esposizione ai lavoratori da composti perfluoro-organici.

Nel corso del progetto sono state messe in atto numerose collaborazioni con altri laboratori pubblici sanitari e ambientali con l'obiettivo di creare delle specializzazioni a livello nazionale, così da ottimizzare le risorse nella ricerca dei numerosi composti chimici soggetti a restrizioni e autorizzazioni.

Arpae Emilia-Romagna

L'Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia dell'Emilia-Romagna (Arpae) partecipa attivamente alla realizzazione dell'obiettivo numero 2 del progetto Chemicals, riconducibile all'armonizzazione delle attività gestionali e tecniche dei laboratori della rete mediante la creazione di un "multisito".

Le fasi operative prevedono inizialmente l'organizzazione di eventi formativi finalizzati all'individuazione dei criteri tecnico-scientifici di armonizzazione in accordo ai requisiti della norma sul funzionamento dei laboratori (Iso/lec 17025).

L'armonizzazione dei processi della rete laboratori avviene attraverso la creazione di una piattaforma informatica per la programmazione dei campionamenti da parte delle autorità competenti e la gestione dei campioni, la validazione dei metodi, la qualità del dato analitico e la gestione delle allerte su prodotti chimici destinati ai consumatori nell'ambito dei settori produttivi che hanno un impatto sulla sicurezza e salute in ambienti di vita e di lavoro.

È prevista pertanto l'emanazione di procedure e linee guida

in materia ad esempio di campionamento e validazione dei metodi, procedure di definizione dei criteri per la programmazione dei controlli (*flow chart* sull'intero processo inerente il controllo analitico; regola decisionale; verifica e validazione metodi) nei settori di intervento prioritari e procedura e linee guida di gestione delle registrazioni (fasi pre-analitiche, analitiche e post-analitiche, con proposte di scheda campionamento e scheda metodi analitici). Sono inoltre previsti circuiti di confronto per la validazione dei metodi analitici e, per tale motivo, con i finanziamenti del progetto Arpae ha potuto acquisire un gascromatografo-spettrometro di massa a singolo quadrupolo accessorizzato di autocampionatore che sarà utilizzato per l'attività analitica ordinaria pianificata annualmente da Ministero, Iss e Regione per la sorveglianza e controllo dei *chemicals*.

Arpa Lazio

Il progetto prevede il contributo dell'Arpa Lazio alla realizzazione di una piattaforma informatica utile alla programmazione dei campionamenti da parte delle autorità competenti, alla gestione dei campioni, alla validazione dei metodi, alla definizione della qualità del dato analitico e alla gestione delle allerte su prodotti chimici destinati ai consumatori che hanno un impatto sulla sicurezza e salute umana.

In particolare, il Laboratorio chimico integrato ambiente e salute dell'Agenzia, in qualità di unità operativa svolge all'interno del progetto le seguenti attività:

- stesura di schede tecniche in materia di validazione dei metodi analitici che andranno ad alimentare una banca dati creata per la condivisione di informazioni armonizzate tra le strutture coinvolte nei controlli delle restrizioni Reach di cui al regolamento (Ce) 1907/2006
- definizione, in collaborazione con Iss e Arpa Veneto, di regole condivise da applicare ai fini delle decisioni da intraprendere per la formulazione delle dichiarazioni di conformità o non conformità rispetto a requisiti specificati, da riportare nei rapporti di prova (Rdp) emessi dai laboratori della rete di controllo ufficiali Reach/Clp, al fine di armonizzare le prestazioni e garantire la confrontabilità dei dati
- partecipazione ai confronti interlaboratorio organizzati da provider accreditati per la determinazione di ftalati in articoli per l'infanzia e alcoli nei prodotti igienizzanti, al fine della validazione dei metodi utilizzati nelle attività di controllo analitico dei laboratori
- definizione di indicatori di monitoraggio delle attività svolte dai laboratori (ad esempio numero di controlli/campioni inseriti nella banca dati)
- supporto alle autorità nazionali attraverso il sistema informatico implementato per la predisposizione del piano nazionale di controllo integrato Reach sui prodotti chimici.

coordinata dal Cnsc-Iss e operativa su territorio nazionale dal 2015, costituisce l'elemento trainante del sistema per la sicurezza e controllo dei *chemicals* negli ambienti di vita e lavoro. Istituita con l'Asr n.88/Csr del 2015 [8], la rete è attualmente composta da 36 laboratori regionali insieme a Cnsc-Iss e Ispra, questi ultimi in qualità di Laboratori nazionali di riferimento (Lnr) e garantisce un'ampia capacità analitica per l'attuazione dei Piani nazionali di controllo (Pnc), per la valutazione dei rischi e la verifica della sicurezza di sostanze, miscele e articoli in conformità ai regolamenti europei Reach, Clp, Biocidi (Reg. (UE) n.528/2012, [9]) e Cosmetici (Reg. (CE) n.1223/2009, [10]).

In particolare, il Cnsc-Iss, in qualità di Lnr e coordinatore della rete, svolge diverse attività, quali:

- elaborazione dei Pnc per la programmazione delle attività di campionamento da parte degli organi di controllo e delle attività di prova dei laboratori ufficiali
- selezione e raccomandazione di metodi di prova per i controlli programmati
- sviluppo e validazione di metodi di prova qualora non fossero disponibili metodi ufficiali e normati e loro trasmissione alla rete
- organizzazione di circuiti interlaboratorio, qualora non già organizzati da enti accreditati, per verificare le prestazioni analitiche dei laboratori
- elaborazione di linee guida sui criteri per assicurare la qualità dei dati, la validazione dei metodi e la stima dell'incertezza di misura
- formazione in materia di sistemi di gestione per la qualità; effettuazione delle analisi di revisione.

Gli obiettivi 1, 2 e 3 del progetto sono finalizzati a ottimizzare le attività e il flusso di dati necessari per garantire il funzionamento e l'interazione tra sistema dei Cav, Sin-Sepi e rete dei laboratori. Il progetto include anche attività trasversali (obiettivi 4, 5 e 6), volte a rafforzare la tutela della salute pubblica.

Le evidenze raccolte, sia su segnalazione dei Cav sia tramite la rete dei laboratori, saranno rese accessibili agli esperti deputati a formulare pareri tecnici sulla normativa relativa ai prodotti chimici, in accordo con le Ac committenti. In particolare, il gruppo di lavoro costituito avrà il compito di identificare eventuali azioni regolatorie da proporre alle Ac per aggiornare e adeguare la legislazione europea vigente in materia di *chemicals* a tutela della salute e sicurezza nei



luoghi di vita e di lavoro, con particolare attenzione al controllo dei rischi legati all'uso di nuovi prodotti chimici.

Inoltre, il progetto include attività di *citizen science* attraverso una piattaforma digitale dedicata al cittadino finalizzata all'informazione, alla sensibilizzazione e alla segnalazione di problematiche legate ai *chemicals*.

Infine, nell'ottica di favorire la professionalità di settore, il progetto intende qualificare ed eventualmente certificare nuove figure professionali esperte nella sorveglianza e nel controllo dei *chemicals* stabilendo requisiti, percorsi formativi e competenze, con il supporto di enti di accreditamento e normazione e scuole di alta formazione riconosciute.

Lo strumento: la piattaforma informatica di interazione

Per raggiungere gli obiettivi prefissati e rendere più efficaci le strategie di

intervento, si è reso necessario rafforzare, armonizzare e integrare i sistemi esistenti. In questa prospettiva, il progetto prevede la realizzazione di una piattaforma informatica di interazione concepita per migliorare comunicazione, pianificazione e rendicontazione delle attività analitiche di controllo, nonché per interconnettere le reti responsabili della sorveglianza e del controllo dei *chemicals*.

La piattaforma è stata pensata e progettata per ottimizzare le risposte operative e favorire uno scambio di informazioni rapido, efficiente e strutturato tra le Ac e tutti gli attori coinvolti. Attualmente, è stata realizzata ed è in fase di valutazione da parte degli utenti.

Di seguito sono illustrate le principali aree e funzionalità di cui si compone:

- area dedicata alle attività della rete Cav-Sin-Sepi attraverso la quale, coerentemente con i nuovi criteri stabiliti dal gruppo di lavoro competente, permette di acquisire prontamente i dati necessari per la valutazione del rischio

di prodotti chimici in commercio per poter adottare rapidamente, se necessario, misure di prevenzione efficaci. A tal proposito, la piattaforma agevolerà e semplificherà le interazioni tra gli enti coinvolti, riducendo notevolmente i tempi che intercorrono tra la segnalazione, la valutazione dei rischi e la messa in atto di azioni correttive o preventive a tutela dei lavoratori, dei consumatori e della popolazione generale - area dedicata alla rete dei laboratori di controllo che consentirà di armonizzare i processi della rete relativi alla programmazione dei campionamenti da parte delle Ac, alla gestione dei campioni, alla validazione dei metodi, alla qualità del dato analitico e delle certificazioni nonché alla gestione delle allerte sui prodotti chimici destinati ai consumatori nei settori che impattano sulla sicurezza e la salute negli ambienti di vita e di lavoro - area dedicata alle Ac, per consentire alle autorità coinvolte di monitorare i casi di interesse in tempo reale, richiedere approfondimenti e restituire feedback sulle attività svolte - area riservata al cittadino, dedicata all'informazione, alla sensibilizzazione e alla promozione di comportamenti consapevoli e sicuri riguardo ai *chemicals*. Parimenti, la piattaforma offrirà gli strumenti più idonei al gruppo di esperti

incaricato di semplificare l'articolato quadro normativo europeo sui *chemicals*. Le diverse aree saranno accessibili a tutti i diversi attori del processo, garantendo un'interazione continua e una comunicazione tempestiva delle azioni da intraprendere.

Il sistema si basa su un modello "multisito", composto da strutture con identità giuridica autonoma che adottano procedure condivise per armonizzare i processi, razionalizzare le attività e ridurre i costi complessivi.

Possibili sviluppi futuri

Il modello di interazione proposto con questo progetto per la gestione dei *chemicals* potrà essere applicato anche ad altre categorie di prodotti ed esteso a livello europeo, sia nei Paesi che ancora non dispongono di reti di sorveglianza e controllo sia in quelli in cui queste esistono, ma non risultano ancora pienamente integrate.

Il progetto è stato realizzato con il supporto tecnico e finanziario del Ministero della Salute - Pnc.

**Ettore Attolini¹, Rosa Draisci¹,
Francesco Fera¹, Domenico Lagreca¹,**

**Carolina Ferranti², Felice Giordano²,
Lucrezia Lanciotti², Roberta Lavallo²,
Simone Agrosi², Daniela Quarto¹,
Rosanna Maria Fidente²,
Federica Panico²**

1. Agenzia regionale per la salute e il sociale, Aress Puglia

2. Centro nazionale sostanze chimiche, prodotti cosmetici e protezione del consumatore (Cnsc), Istituto superiore di sanità (Iss)

Hanno contribuito alla presentazione e attuazione del progetto i referenti delle seguenti Unità operative: Ettore Attolini, Rosa Draisci (Aress Puglia); Felice Giordano, Carolina Ferranti (Cnsc-Iss); Anna I. Lepore, Leonardo Pennisi (Cav Foggia); Carlo A. Locatelli, Valeria M. Petrolini (Cav Pavia); Marcello Ferruzzi, Fabrizio Sesana, Maurizio Bissoli, Anna Celentano (Cav Milano); Romolo Villani (Cav Napoli); Francesco Gambassi (Cav Firenze); Stefano Forti (Arpa), Gianni Formenton, Marco Prete (Arpav); Cristina Aprea (Lsp Siena); Giovanna Bregante (Asst Desio); Sonia Vitaliti (Ats Milano); Claudia Lionetti (Ats Insubria); Alessandra Giuliani, Dorian A. Giorgi (Arpa Lazio); Maria Fascetto Sivillo (Lsp Enna); Giuseppe Diegoli, Celsino Govoni (Regione Emilia-Romagna)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Draisci R., Ferranti C., Fidente R.M., Giordano F., Lanciotti L., Lavallo R., Attolini E., referenti delle Unità operative del progetto, "Il sistema nazionale per il controllo e la sorveglianza dei chemicals a tutela della salute pubblica: un progetto Pnrr promosso dal Centro nazionale sostanze chimiche dell'Istituto superiore di sanità", *Notiziario Iss*, 2024;37(9):13-17.

[2] European commission, *Chemicals strategy for sustainability: Towards a toxic-free environment*, 2020.

[3] Regolamento (Ce) n. 1907/2006, del Parlamento europeo e del Consiglio, 18 dicembre 2006, sulla valutazione, autorizzazione, attribuzione e restrizione delle sostanze chimiche (Reach), Gu Ue L. 396/1, 30 dicembre 2006, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907R(01)).

[4] Regolamento (Ce) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 sulla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e modifica il regolamento (Ce) n. 1907/2006, Gu Ue L. 353, 31 dicembre 2008, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272>.

[5] Conferenza permanente per i rapporti tra Stato, Regioni e Province autonome, Accordo ex art. 4 Dlgs 28 agosto 1997, n. 281 tra Governo, Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano sulla definizione di attività e requisiti di funzionamento dei Cav, Rep. Atti n. 56/Csr, 28 febbraio 2008, Roma, Presidenza del Consiglio dei ministri, http://archivio.statoregioni.it/Documenti/DOC_017682_56%20csr.pdf.

[6] Dpcm 3 marzo 2017, "Identificazione dei sistemi di sorveglianza e dei registri di mortalità, di tumori e di altre patologie", 17A03142, Gu Serie generale n. 109, 12 maggio 2017, www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/05/12/17A03142/sg.

[7] Giordano F., Lanciotti L., Fidente R.M., Spagnolo D., Moretti F.L., Draisci R. e rete dei Cav, "Il ruolo del Centro nazionale sostanze chimiche dell'Iss nella sorveglianza delle esposizioni pericolose a prodotti chimici: potenziali eventi sentinella segnalati dai Centri antiveneni", *Not. Iss*, 2022;35(1):9-14.

[8] Accordo ai sensi dell'art. 4 del DI 28 agosto 1997 n. 281 tra Governo, Regioni e Province autonome, sul protocollo tecnico nazionale per la rete dei laboratori e le attività di campionamento e analisi di sostanze, miscele e articoli riguardanti il controllo ufficiale in applicazione a quanto previsto all'all. A, par. 10 accordo Stato-Regioni del 29 ottobre 2009, Rep. Atti n. 181/CSR, nell'ambito dei regolamenti Ce 1907/2006 (Reach) e Ce n. 1272/2008 (Clp), Rep. Atti n. 88/Csr del 7 maggio 2015, [http://archivio.statoregioni.it/Documenti/DOC_047436_REP.%2088%20\(P.%206%20ODG\).pdf](http://archivio.statoregioni.it/Documenti/DOC_047436_REP.%2088%20(P.%206%20ODG).pdf).

[9] Regolamento (Ue) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 maggio 2012 relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi (Testo rilevante ai fini del See), Gu L. 167 del 27.6.2012.

[10] Regolamento (Ce) n. 1223/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 sui prodotti cosmetici (rifusione), (Testo rilevante ai fini del See), Gu L. 342 del 22.12.2009, pag. 59.

UN APPROCCIO INTEGRATO TRA CITIZEN SCIENCE E ONE HEALTH

IL PROGETTO “ONE HEALTH CITIZEN SCIENCE” HA L'OBIETTIVO DI VALUTARE L'ESPOSIZIONE E LA SALUTE CON IL COINVOLGIMENTO DELLE COMUNITÀ RESIDENTI IN AREE A FORTE PRESSIONE AMBIENTALE, FORNENDO UN MODELLO DI GOVERNANCE CAPACE DI CONIUGARE RIGORE SCIENTIFICO, RESPONSABILITÀ ETICA E INCLUSIONE SOCIALE.

Il fenomeno della contaminazione ambientale e la gestione dei rifiuti solidi urbani (Rsu) rappresentano elementi di rilevante criticità per la salute pubblica e sono permeati da un generale sentimento di sfiducia nelle istituzioni che sfocia sovente in fervidi conflitti sociali. Il clima ostile ha spesso rallentato l'attuazione di iniziative di sanità pubblica, come biomonitoraggi sulle popolazioni delle aree critiche o studi di coorte, rendendo difficoltosa l'elaborazione di strategie di prevenzione e protezione, nonché la diffusione dei risultati. La risposta a tale sfida, pertanto, non può limitarsi esclusivamente all'adozione di strumenti scientifici avanzati, ma deve prevedere altresì processi di partecipazione informata che restituiscano ai cittadini un ruolo attivo nell'ambito delle azioni di sanità pubblica e della comunicazione del rischio. È in questo quadro che si colloca il progetto “Valutazione dell'esposizione e della salute secondo l'approccio integrato *One health* con il coinvolgimento delle comunità residenti in aree a forte pressione ambientale in Italia”, coordinato dalla Regione del Veneto nell'ambito del Piano nazionale per gli investimenti complementari al Pnrr (Pnc) – linea E.1 “Salute, ambiente, biodiversità e clima”. A tale progetto collaborano in qualità di unità operative anche le Regioni Friuli-Venezia Giulia, Lazio (tramite Asl Roma 1 - Dipartimento di epidemiologia Servizio sanitario regionale) e Puglia (tramite Aress Puglia), l'Istituto superiore di sanità, l'Istituto zooprofilattico sperimentale delle Venezie, il Cnr-Istituto fisiologia clinica (sede di Pisa), l'Università degli studi di Padova, l'Università statale di Milano e l'Università di Cagliari. L'iniziativa è nata dalla consapevolezza che la prevenzione efficace dei rischi ambientali e sanitari non può prescindere da un approccio integrato – scientifico, istituzionale e sociale – in linea con



il principio *One health* che riconosce l'interconnessione tra salute umana e ambientale.

L'elaborazione delle strategie di prevenzione sanitaria e di comunicazione del rischio di concerto con la cittadinanza, le parti sociali e le autorità secondo l'approccio *citizen science*, infatti, non è solo strumentale alla raccolta dei dati, ma rappresenta un elemento strutturale del progetto: favorisce la fiducia, la legittimazione sociale e la trasparenza nelle decisioni, migliorando la qualità della ricerca e l'efficacia delle politiche di prevenzione.

Gli obiettivi e le azioni del progetto

L'obiettivo generale del progetto consiste nell'implementazione e nello sviluppo di un modello innovativo di intervento integrato e multidisciplinare che rafforzi il coordinamento tra il sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici (Snps) e il sistema nazionale protezione ambiente (Snpa) sia a livello nazionale sia a livello locale. Incentrato sul paradigma *One health* e sull'approccio partecipativo della *citizen science*, il progetto mira a integrare valutazioni ambientali, sorveglianza epidemiologica, biomonitoraggio e comunicazione del rischio, favorendo il coinvolgimento attivo delle comunità locali. È proprio il modello

partecipativo che costituisce l'elemento di forza del progetto in quanto apre al coinvolgimento della comunità già nella fase di programmazione e definizione delle procedure di sorveglianza epidemiologica, condividendo gli obiettivi (stato di salute, percezione del rischio, alfabetizzazione sanitaria e ambientale, promozione), la stesura e l'approvazione dei protocolli, la gestione delle attività, nonché la valutazione e l'interpretazione dei possibili risultati e le implicazioni in termini di sanità pubblica. In particolare, gli step previsti sono:

- la caratterizzazione della qualità ambientale nelle aree contaminate
- la valutazione dell'esposizione della popolazione agli inquinanti specifici
- l'analisi dell'associazione tra fattori di rischio ambientale ed esiti sanitari
- la stima degli impatti integrati ambiente-salute
- la promozione dei processi partecipativi e strategie efficaci di comunicazione del rischio.

Queste fasi sono state distribuite su otto obiettivi specifici, riportati in *tabella 1*, coordinati ciascuno da una o più unità operative sulla base delle loro attribuzioni ed esperienze. Parallelamente, nelle regioni Lazio e Friuli-Venezia Giulia viene affrontato il tema del ciclo dei rifiuti solidi urbani, con la valutazione epidemiologica dei residenti esposti alle emissioni di



realmente interdisciplinare e coerente con il paradigma *One health*. Inoltre, il coinvolgimento della popolazione già nella fase di sviluppo dello studio epidemiologico consente di favorire l'*empowerment* delle comunità e la condivisione delle decisioni. Questo approccio partecipativo si traduce in un complesso procedimento di condivisione costituito da più fasi che vedono in ordine cronologico la co-progettazione con i cittadini e gli stakeholder, la successiva predisposizione del disegno dello studio epidemiologico, la condivisione pubblica dei protocolli e dei risultati e la formazione continua per cittadini, operatori e decisori pubblici.

Lo stato dell'arte

A poco più di un anno dal termine del progetto, le attività realizzate sono state molte e in linea con il cronoprogramma progettuale. È stato istituito innanzitutto un gruppo di coordinamento, affiancato da due gruppi di lavoro e da un team multidisciplinare dedicato alla comunicazione. A valle del primo seminario tenutosi a Pisa nell'aprile 2023, sono stati elaborati strumenti di pianificazione e di valutazione e avviati contatti con le varie istituzioni e le comunità locali anche attraverso iniziative culturali partecipative. Parallelamente, sono stati disciplinati i rapporti con le Arpa per il coordinamento del monitoraggio ambientale e sono stati predisposti i protocolli di studio per le attività di biomonitoraggio ed

impianti di trattamento e smaltimento (discariche, termovalorizzatori, impianti di compostaggio e Tmb). Nonostante le attività progettuali coinvolgano cinque siti di interesse nazionale (Sin) – Marghera, Laguna di Grado e Marano, Manfredonia, Brindisi, Sulcis Iglesiente – e due aree ad alta pressione ambientale – Lodi e Valle del Sacco – lo scopo è quello di sviluppare un modello replicabile di *governance* inclusiva e di cooperazione interistituzionale da estendere anche agli altri territori con criticità analoghe. La forte componente di *citizen science*, unita al coinvolgimento di istituzioni e università di alta qualificazione, assicura infatti non solo la fattibilità del progetto, ma anche la potenziale trasferibilità del modello in altre aree a rischio.

Gli obiettivi specifici sopra riportati si dipanano ulteriormente in azioni trasversali e in azioni specifiche: le prime riguardano l'elaborazione di una metodologia standard per la ricerca partecipativa, la definizione di strategie di comunicazione del rischio basate su interlocutori chiave (Mmg, Pls, scuole, associazioni) e l'attivazione di programmi formativi, *summer school* e una borsa di dottorato sui temi di epidemiologia ambientale e comunicazione del rischio; le seconde prevedono invece l'analisi dei rischi sanitari nelle popolazioni residenti in prossimità dei Sin, la modellizzazione della dispersione degli inquinanti e biomonitoraggio umano, la valutazione degli impatti legati al ciclo dei rifiuti e la costruzione di modelli replicabili di partecipazione e comunicazione scientifica.

L'approccio metodologico: integrazione e partecipazione

Attraverso la stipula delle convenzioni tra la Regione del Veneto, in qualità di ente capofila, e le unità operative partecipanti al progetto – il cui schema è stato oggetto di approvazione da parte della Giunta regionale con deliberazione 26 gennaio 2023, n. 66 –, è stato istituito un partenariato multidisciplinare di alto profilo scientifico e istituzionale in grado di unire competenze di epidemiologia ambientale, medicina del lavoro, biomonitoraggio, bioetica, comunicazione e scienze sociali, garantendo una visione

TAB. 1
OBIETTIVI

Obiettivi specifici del progetto.

Obiettivi specifici	Descrizione
1 - Partecipazione, bioetica e comunicazione istituzionale Regione del Veneto - Unipd	Costruzione di comunità riflessive, ridefinizione dei principi etici per la <i>citizen science</i> in ambito epidemiologico e definizione di procedure di comunicazione istituzionale
2 - Monitoraggio ambientale Aress Puglia	Mappatura e analisi dei dati ambientali per definire un profilo delle contaminazioni e delle vie di diffusione
3 - Valutazione dell'esposizione Iss - Unimi	Definizione dei livelli di esposizione della popolazione residente agli inquinanti anche attraverso l'utilizzo di modelli di dispersione e biomonitoraggio umano e animale
4 - Sorveglianza epidemiologica Regione Friuli-Venezia Giulia	Potenziamento dei registri di patologia e creazione di coorti residenziali
5 - Valutazione di impatto e coinvolgimento dei cittadini Unipd - Aress Puglia	Stima degli impatti integrati e co-progettazione delle azioni di mitigazione
6 - Comunicazione del rischio Cnr-Irc	Sviluppo di strategie inclusive e multidimensionali
7 - Formazione Dep Lazio	Potenziamento delle competenze del personale sanitario e sviluppo della formazione universitaria specifica
8 - Sorveglianza sanitaria Regione del Veneto - Aress Puglia	Rimodulazione della rete dei servizi essenziali in base alle evidenze prodotte

epidemiologia ambientale partecipata nei siti di Porto Marghera, Valle del Serchio, Manfredonia, Brindisi, Sulcis-Iglesiente, Lodi e Trieste. Sono stati raccolti e analizzati campioni biologici di sangue e urine, sia di adulti che di bambini, nelle Regioni del Veneto e Lazio, mentre nelle altre aree si è completata la fase preparatoria con l'arruolamento e la formazione degli operatori sul campo. Contestualmente, sono stati redatti rapporti ricognitivi ambientali e condotte campagne di campionamento di matrici ambientali e alimentari, con particolare attenzione ai contaminanti organici persistenti come diossine, Pcb, Pfas, metalli e Ipa. L'elaborazione di modelli di dispersione dell'inquinamento e l'organizzazione di incontri pubblici, attività nelle scuole e momenti di confronto con le amministrazioni hanno ulteriormente rafforzato l'approccio partecipativo e trasparente del progetto. In tal senso, è stato importante il coinvolgimento attivo delle comunità locali, attraverso incontri pubblici, campagne di comunicazione e momenti di partecipazione diretta che hanno permesso di sperimentare e documentare metodologie di coinvolgimento dei cittadini e di raccolta di dati partecipati. Inoltre, sono state predisposte e

validate metodologie per la valutazione dell'esposizione della popolazione e per la comunicazione dei rischi, rafforzando così l'approccio integrato e partecipativo del progetto nell'ambito della sanità pubblica ambientale.

Risultati attesi e prospettive future

Al termine delle attività progettuali, iniziate il 2 gennaio 2023 e la cui conclusione è prevista entro il 31 dicembre 2026, ci si aspetta non solo di acquisire un quadro condiviso di conoscenze sull'inquinamento ambientale e sull'impatto che lo stesso ha per la salute, ma soprattutto di realizzare output concreti come:

- lo sviluppo di strumenti e procedure partecipative per la caratterizzazione del rischio ambientale e sanitario
- l'elaborazione di modelli di dispersione e biomonitoraggio utili per stimare i livelli di esposizione e identificare le principali fonti di contaminazione
- la formulazione di raccomandazioni e metodologie replicabili per supportare le politiche di bonifica e gestione dei rifiuti;
- il rafforzamento delle competenze degli operatori sanitari e dei cittadini in

materia di epidemiologia ambientale e comunicazione del rischio

- la promozione di una cultura condivisa di prevenzione e partecipazione attiva nelle decisioni sulla salute ambientale. L'impatto prospettato è duplice: da un lato, un rafforzamento del rapporto Snps-Snpa, attraverso procedure condivise e strumenti scientifici avanzati; dall'altro, la ricostruzione del rapporto di fiducia tra cittadini, scienza e istituzioni, condizione essenziale per la sostenibilità delle politiche di salute e ambiente. La forza del progetto risiede infatti nella sua capacità di trasformare le criticità in risorse, favorendo la costruzione di nuove competenze, reti di fiducia e strumenti condivisi per la prevenzione e la governance dei rischi. Alla luce dei costanti cambiamenti socio-ambientali e climatici, si propone dunque di fornire un modello di *governance* capace di coniugare rigore scientifico, responsabilità etica e inclusione sociale in una prospettiva realmente *One health*.

Silvio De Giacinto

Eq prevenzione dei rischi lavorativi e ambientali, Regione del Veneto

Per un approfondimento:

<https://partecipa.poliste.com/assemblies/OHCS>



FOTO: SANDRINO 14 - WIKIMEDIA COMMONS - CC BY-SA 4.0

LO STUDIO DELLE ESPOSIZIONI NEI PRIMI 1.000 GIORNI

DIVERSI STUDI HANNO MESSO IN LUCE COME LA SALUTE MENTALE, CARDIOMETABOLICA E RESPIRATORIA SIANO FORTEMENTE INFLUENZATE DALL'AMBIENTE IN UTERO E DURANTE LA PRIMA INFANZIA. IL PROGETTO MIRA AD AUMENTARE LE CONOSCENZE E A METTERE IN ATTO INTERVENTI VOLTI A RIDURRE IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A INQUINANTI AMBIENTALI.

Le esposizioni che agiscono nei primi 1.000 giorni, dal concepimento ai 2 anni di età, influenzano lo sviluppo fisico e cognitivo del bambino con un possibile effetto *lifecourse* [1-4]. Diversi studi hanno messo in luce come la salute mentale, cardiometabolica e respiratoria siano fortemente influenzate dall'ambiente in utero e durante la prima infanzia. Esposizioni ambientali, sia determinate direttamente da pressioni antropiche (ad esempio inquinamento atmosferico, presenza di pesticidi, metalli pesanti e altre sostanze nel cibo e nelle acque), sia determinate da cambiamenti climatici in atto (ondate di calore, siccità, eventi meteorologici estremi), stili di vita durante la gravidanza (dieta, consumo di alcol e tabacco, obesità, uso di farmaci) e agenti biologici (ad esempio virus) possono provocare risposte adattive del feto [5-9]. Queste, insieme agli effetti delle esposizioni postnatali, in particolare quelle nella prima infanzia, determinano la suscettibilità a malattie croniche nel corso della vita [3,4]. È stato inoltre dimostrato che l'esposizione ambientale può modulare alcuni meccanismi epigenetici e di *aging* alla base degli effetti a medio e lungo termine sulla salute [10].

Interventi per ridurre il carico di esposizione ambientale hanno quindi la possibilità di avere un grande impatto sulla salute di popolazione sia a breve sia a lungo termine, andando a contrastare gli effetti nocivi dell'esposizione ambientale sulla salute e sui meccanismi biologici e molecolari coinvolti [5,6]. Disporre di dati sulle esposizioni ambientali nei primi 1.000 giorni di vita e sui loro effetti è quindi essenziale per migliorare la salute degli individui e pianificare interventi di prevenzione a livello di sanità pubblica [11]. La principale fonte d'informazione sull'impatto delle esposizioni precoci è costituita dagli studi di coorte di nascita e in particolare da quelli che, oltre a informazioni su esposizioni ambientali *indoor* e *outdoor* valutate con questionario, hanno raccolto e conservato campioni biologici [12]. Questi studi permettono infatti la valutazione completa dell'esposoma umano inteso come rappresentazione della storia di esposizione di ogni individuo e che include l'insieme delle esposizioni ambientali umane sia a fattori estrinseci che intrinseci [11,13]. La letteratura scientifica evidenzia con sempre maggiore forza che le esposizioni ambientali costituiscono un'emergenza sanitaria che deve essere comunicata

ai pazienti e alla popolazione generale [5]. In questo contesto è importante sviluppare e testare nuove tecniche comunicative, nonché informare adeguatamente e in modo chiaro il personale sanitario che in epoca perinatale e nei primi mesi di vita ha un costante contatto con i genitori. Queste tematiche sono affrontate dal progetto "Ambiente e primi 1.000 giorni. Conoscere per agire" (Valutazione dell'esposoma nei primi 1.000 giorni in coorti di nati in aree ad elevata antropizzazione e attuazione di interventi per la riduzione del rischio), realizzato con il supporto tecnico e finanziario del Ministero della Salute-Pnc.

Obiettivi e azioni proposte

Il box nella pagina seguente riporta le unità operative (Uo) coinvolte nel progetto, di cui è capofila la Regione Friuli Venezia Giulia. Si tratta di Uo con una consolidata esperienza sui temi della prevenzione primaria in età evolutiva, compresa la comunicazione ai genitori, sulle metodologie epidemiologiche e biostatistiche avanzate, sulla conduzione di analisi molecolari, sulla gestione di banche biologiche, sul monitoraggio



FIG. 1
SITO WEB

Il sito web
<https://milleggiorni.info>

ambientale e la protezione dell'ambiente, sulla conduzione di studi e interventi di monitoraggio di popolazione.

Obiettivi generali del progetto sono quelli di aumentare le conoscenze sul carico di esposizione ambientale in Italia delle donne in gravidanza, dei feti e dei bambini arruolati in coorti di nascita in aree fortemente antropizzate e mettere in atto interventi volti a ridurre il rischio di esposizione a inquinanti ambientali delle donne e dei bambini, promuovendo quindi la salute nel corso della vita.

Obiettivi specifici del progetto sono:

- sviluppare le conoscenze sul carico complessivo dell'esposizione a inquinanti *outdoor* e *indoor* e a fattori climatici nei primi 1.000 giorni e sui rischi per la salute associati
- comunicare a genitori, cittadini, personale del Ssn, decisori e ricercatori le conoscenze sul carico complessivo dell'esposizione a inquinanti *outdoor* e *indoor* e a fattori climatici nei primi 1.000 giorni e sui rischi per la salute associati
- realizzare interventi di comunicazione tramite app sulle possibili esposizioni nei primi 1.000 giorni a inquinanti e a fattori climatici e sui possibili rischi per la salute in coorti di donne della popolazione generale o arruolate in coorti di nascita
- integrare all'interno dell'app informazioni semplici da trasmettere alle famiglie sui livelli giornalieri di inquinanti atmosferici



FIG. 2 L'APP SVILUPPATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO

UNITÀ OPERATIVE PARTECIPANTI

Capofila: Regione Friuli Venezia Giulia

Unità operative nord:

- Irccs materno infantile Burlo Garofolo, Trieste
- Università degli studi di Torino

Unità operative centro:

- Azienda ospedaliero-universitaria Meyer, Firenze
- Dipartimento di epidemiologia del Sistema sanitario del Lazio
- Istituto superiore di sanità
- Fondazione policlinico universitario Agostino Gemelli Irccs, Roma

Unità operative sud:

- Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto per la ricerca e l'innovazione biomedica, Palermo
- Istituto zooprofilattico sperimentale della Sicilia, Palermo
- Università degli studi di Catania, Dipartimento di scienze mediche, chirurgiche e tecnologie avanzate "G.F. Ingrassia"
- Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Sicilia, Palermo

- promuovere iniziative di formazione su salute, ambiente e clima nei primi 1.000 giorni di vita, sia di carattere metodologico sia di contenuto.

Per raggiungere tali obiettivi sono state implementate o sono in corso di implementazione diverse azioni. È stata costituita una rete italiana di studi di coorte di nascita con disponibilità di campioni biologici e informazioni su esposizioni ambientali *indoor* e *outdoor*. La rete include le seguenti coorti di nascita, che fanno riferimento alle Uo partecipanti: Piccolipiù, arruolamento e sorveglianza epidemiologica di una coorte nazionale di nati; Neho, *neonatal environment and health outcomes*; Ninfea, nascita e infanzia: gli effetti dell'ambiente; Mubicos, *multiple births cohort study*; Mamma & Bambino, dieta e marcatori epigenetici: ruolo della dieta materna sui pattern epigenetici nelle madri e nei nascituri; Mami-Med, un approccio multisettoriale alla salute materno-infantile mediante valutazione dell'esposoma nelle donne; Generation Gemelli; Mamma Bimbo vaccino e alimentazione; Indaco, indagine coorte dei nati nel Sin Valle del Sacco. I dati raccolti delle diverse coorti sono stati armonizzati e georeferenziati utilizzando protocolli comuni. Per aumentare le conoscenze sul carico di esposizione ambientale nei primi 1.000 giorni di vita saranno analizzati, utilizzando metodi statistici avanzati, i dati raccolti tramite questionario (ambiente socio-economico, abitudini alimentari, esposizioni occupazionali materne, esposizioni *indoor*, esposizione a traffico, stili di vita), tramite modelli basati sulla georeferenziazione degli indirizzi di residenza (valutazione dell'esposizione a polveri sottili, ossidi di azoto, mitiganti nei confronti degli

inquinanti atmosferici quali il verde urbano) e quelli misurati con analisi di laboratorio (ad esempio metalli pesanti, metilazione del Dna).

Elemento centrale del progetto è la diffusione di conoscenze attraverso il sito web <https://millegiorni.info> (figura 1). Il sito è stato creato in un precedente progetto del programma Ccm 2017 (Coorti di nuovi nati, esposizioni ambientali e promozione della salute nei primi 1.000 giorni di vita) e nell'ambito del presente progetto è stato arricchito di nuove tematiche e aggiornato nei contenuti sulla base delle più recenti evidenze scientifiche internazionali. Il sito è stato sviluppato con il supporto di Think2.it. Pensiero scientifico editore e i contenuti sono stati sottoposti alla *peer review* di un comitato scientifico di esperti a livello nazionale, che includeva anche rappresentanti delle società scientifiche pediatriche (Società italiana di pediatria e Associazione culturale pediatri). Le tematiche affrontate riguardano salute nelle città, salute nelle case (incluso fumo e sigarette elettroniche), esposoma, effetti del cambiamento climatico sulla salute, alimentazione sostenibile, salute nei siti contaminati. La piattaforma si rivolge a cittadini, famiglie, operatori sanitari e decisori pubblici, fornendo informazioni accessibili sulle esposizioni ambientali nei primi 1.000 giorni di vita e sulle strategie di riduzione del rischio. L'obiettivo è duplice: fornire una base scientifica per le decisioni politiche e aumentare la consapevolezza dei genitori sui rischi ambientali e sulle strategie per mitigarli. La sezione "Tematiche" offre approfondimenti e materiali pratici per comprendere meglio l'impatto delle esposizioni ambientali

precoci e le strategie per mitigarne i rischi. La sezione "Per i genitori" è pensata per supportare le famiglie con informazioni chiare e consigli utili su come proteggere i bambini sin dal concepimento. Il sito fornisce approfondimenti, schede informative, video divulgativi e suggerimenti pratici per adottare scelte consapevoli nella vita quotidiana. L'obiettivo è offrire un punto di riferimento accessibile per aiutare i genitori a ridurre le esposizioni ambientali e migliorare la salute dei loro bambini con piccoli, ma significativi cambiamenti.

Nell'ambito del progetto, tramite lo sviluppo e la distribuzione di un'app, vengono realizzati interventi di comunicazione sulle esposizioni ambientali nei primi 1.000 giorni e sui possibili rischi per la salute, in particolare per quella del feto e dei bambini. Si tratta di una *mobile app* che si rivolge a donne in gravidanza e a famiglie con bambini nei primi anni di vita (*figura 2*). L'app trasmette, attraverso notifiche quindicinali, messaggi diversificati per epoca di gestazione e per i primi mesi post partum sulle possibili esposizioni ambientali, fornendo anche semplici suggerimenti per promuovere piccoli cambiamenti a livello individuale. Le tematiche affrontate e i contenuti informativi sono complementari a quelli sviluppati per il sito millegiorni.info. Attraverso l'app viene anche indagata con questionario la percezione delle famiglie sulla qualità dell'ambiente in cui vivono e le conoscenze sui possibili rischi per la salute legati all'esposizione a inquinanti e al cambiamento climatico.

All'interno dell'app, in collaborazione con Arpa Sicilia, sono state integrate le informazioni sugli inquinanti in aria (polveri sottili, biossido d'azoto e ozono) relative ad alcune città della Sicilia grazie all'utilizzo di mappe geolocalizzate aggiornate su base giornaliera. L'informazione alle famiglie sui livelli di inquinanti in aria è stata semplificata grazie all'utilizzo di un sistema a semaforo intuitivo per l'utente: da rosso (livello più preoccupante di inquinamento sulla base dei valori limite definiti dalla normativa italiana) a blu (livello più accettabile).

Nell'ambito del progetto è in fase di sviluppo un corso Fad che si propone di fornire agli operatori sanitari, in particolare pediatri di libera scelta, medici di medicina generale e professionisti dei servizi territoriali, strumenti teorici

e pratici per comprendere l'impatto dei fattori ambientali sulla salute infantile, riconoscere segni e sintomi associati all'esposizione a inquinanti noti ed emergenti e condurre un'anamnesi ambientale pediatrica strutturata, approfondendo anche le modalità di comunicazione del rischio e le strategie di prevenzione e riduzione delle esposizioni. Il progetto ha inoltre finanziato borse di ricerca, di dottorato e di master, nonché

la partecipazione per il personale delle Uo a corsi brevi e seminari offerti da società scientifiche e organizzazioni nazionali e internazionali rilevanti per la tematica salute e ambiente.

Luca Ronfani

Ircs materno infantile Burlo Garofolo, Trieste

IL RUOLO DI ARPA SICILIA

Dalla qualità dell'aria agli effetti del cambiamento climatico, fino alla nutrizione sostenibile, la salute dei bambini inizia prima ancora della nascita. Il progetto "Ambiente e primi 1.000 giorni. Conoscere per agire" affronta il tema della salute ambientale traducendo i dati della ricerca scientifica in strumenti concreti per genitori, operatori sanitari e decisori politici.

Arpa Sicilia è tra i partner operativi e metterà a disposizione i dati relativi alle concentrazioni medie giornaliere degli inquinanti atmosferici rilevati dalla rete regionale per la qualità dell'aria.

L'obiettivo è informare quotidianamente le donne partecipanti al progetto e le coorti di nascita sullo stato della qualità dell'aria nei rispettivi territori.

Queste informazioni, insieme ad altri dati, saranno rese disponibili tramite una app appositamente sviluppata. Il progetto dedica particolare attenzione agli inquinanti *indoor* e *outdoor*, ai fattori legati ai cambiamenti climatici e alla nutrizione sostenibile. Lo studio si focalizza sul monitoraggio dell'esposizione ambientale di donne in gravidanza, feto e bambini appartenenti a coorti di nascita italiane, in contesti ad alta urbanizzazione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] World health organization regional office for Europe, *The Minsk declaration: the life-course approach in the context of Health 2020*, Copenhagen: Who regional office for Europe; 2015.
- [2] Ministero della salute, "Investire precocemente in salute: azioni e strategie nei primi mille giorni di vita", Accordo Stato-Regioni, 20 febbraio 2020.
- [3] Barker D.J.P., "The fetal origins of adult disease. Fetal mater med rev" 1994;6:71-80.
- [4] Gluckman P.D. et al., "Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease", *N Engl J Med*, 2008; 359:61-73.
- [5] Landrigan P.J. et al., "The Lancet commission on pollution and health", *Lancet*, 2018;391:462-512.
- [6] World health organization, *Air pollution and child health: prescribing clean air*, Geneva: Who; 2018 (Who/Ced/Phe/18.01).
- [7] Chersich M.F. et al., "Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis", *BMJ*, 2020;371:m3811.
- [8] World health organization, *Who recommendations for the prevention and management of tobacco use and second-hand smoke exposure in pregnancy*, Geneva: Who; 2013.
- [9] Schölin L., "Prevention of harm caused by alcohol exposure in pregnancy: rapid review and case studies from member States", Copenhagen: Who Regional office for Europe; 2016.
- [10] Feil R., Fraga M.F., "Epigenetics and the environment: emerging patterns and implications", *Nat rev Genet*, 2012;13:97-109.
- [11] Wild C.P., "The exposome: from concept to utility", *Int J Epidemiol*, 2012;41(1):24-32.
- [12] Canova C., Cantarutti A., "Population-based birth cohort studies in epidemiology", *Int J environ res public health*, 2020;17:5276.
- [13] Wild C.P., "Complementing the genome with an 'exposome': the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology", *Cancer epidemiol biomarkers prev*, 2005;14(8):1847-1850.

ACQUA, CLIMA E SALUTE PER LA SICUREZZA DELLA BALNEAZIONE

IL PROGETTO ACES ADOTTA UN'ANALISI INTEGRATA DEL RISCHIO SULLE ACQUE DI BALNEAZIONE. LO SCOPO È IDENTIFICARE E ANALIZZARE I SISTEMI E VALUTARE I RELATIVI SCENARI DI ESPOSIZIONE PER DETERMINARE UN INDICE CHE MISURI LE CONSEGUENZE NEGATIVE PER LA SALUTE UMANA E PER L'AMBIENTE, IN UN'OTTICA ONE HEALTH.

Il progetto "Acqua, clima e salute: dalla tutela ambientale delle risorse, all'accesso all'acqua, alla sicurezza d'uso" (Aces) è finanziato dal Ministero della Salute in esecuzione del Piano nazionale per gli investimenti complementari Pnc - Investimento 1.4: Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento Salute, ambiente, biodiversità e clima. Il partenariato del progetto comprende un gruppo di sei enti: la Regione Abruzzo con il Servizio opere marittime Dpe012 nel ruolo di capofila delle unità operative, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), Istituto superiore di sanità (Iss), Istituto zooprofilattico sperimentale (Izs) dell'Abruzzo e del Molise, Arpa Emilia-Romagna, Agenzia regionale di sanità Toscana (Ars Toscana).

Si tratta di un progetto di ricerca applicata rivolto alla tutela del cittadino che fruisce delle acque di balneazione. Infatti, al fine di promuovere la salute pubblica, adotta un'analisi del rischio integrata, multisettoriale e multidisciplinare, orientata alla prevenzione e ispirata all'approccio *One health*. Tale analisi considera i fattori di rischio di origine naturale, ambientale, climatica e antropica, agendo a monte dell'esposizione umana.

In questo contesto si colloca il progetto Aces che sostiene la ratifica del protocollo acqua e salute Unece/Oms e propone un'innovativa metodologia per garantire la sicurezza d'uso delle risorse idriche. In particolare si focalizza sull'obiettivo di promuovere approcci basati sul rischio per l'uso e il riutilizzo sicuro e sostenibile delle acque, la sicurezza delle acque, la sicurezza dell'acqua per fini ricreazionali e per ogni altra destinazione d'uso umana.

Il progetto sviluppa strumenti applicati per la valutazione del rischio ambientale e sanitario nelle aree di balneazione, basandosi su un modello concettuale

che integra sorgenti, vie di diffusione e bersagli. In sintesi la valutazione del rischio ambientale consiste nell'analisi dei rischi derivanti da agenti chimici, biologici e fisici presenti in ambiente che possono minacciare le persone e gli ecosistemi: lo scopo è quello di identificare e analizzare i sistemi a rischio, di valutare i relativi scenari di esposizione per determinare un indice di rischio che misuri le conseguenze negative per la salute umana e per l'ambiente.

È necessario fornire ulteriori informazioni sugli impatti in aree marine ricreative per una gestione più completa e sito specifica al fine di giungere a un altro obiettivo del progetto, che è quello di ratificare il protocollo acqua e salute per migliorare la pianificazione delle attività nel settore ambiente e salute, integrando le competenze sanitarie con quelle ambientali, in particolare per promuovere approcci basati sul rischio per l'uso e



il riutilizzo sicuro e sostenibile delle acque ai fini ricreazionali, promuovere una gestione delle aree di balneazione secondo il modello *One health*, ovvero mediante un'analisi e valutazione preventiva che tenga conto di tutte le componenti (ambiente-clima, uomo-animali).

Da un punto di vista sperimentale, il progetto ha previsto una caratterizzazione integrata tra la componente chimica, microbiologica ed ecotossicologica, finalizzata a una valutazione del rischio derivante da fonti di pressione prospicienti aree costiere a uso ricreativo come appunto la fascia di balneazione. È così che le interpretazioni delle risultanze provenienti dalle analisi dei contaminanti chimici in acqua, nei sedimenti marini e nel biota (molluschi bivalvi) e dai patogeni classici ed emergenti si intersecano al fine di definire un quadro complesso di interazioni. Campo delle indagini sono due aree di studio, una tirrenica e l'altra adriatica,

entrambe prossime a foci fluviali di bacini idrografici che comprendono attività agricole, industriali e reflui civili a rappresentare le maggiori pressioni che dall'entroterra insistono sulla primissima fascia costiera frequentata dai bagnanti. Il progetto punta quindi a stimare la valutazione del rischio definendo quale sia l'esposizione della popolazione ai contaminanti attraverso differenti modalità di esposizione quali: l'ingestione, il contatto dermico e l'inalazione per gli arenili e per le acque; il contatto diretto con i sedimenti marini e la valutazione della loro risospensione nelle acque; il passaggio nella catena trofica (biota-uomo).

A oggi, il Dlgs 116/08 sulla balneazione, prevedendo come unica misura di gestione quella del divieto di balneazione, mostra una serie di criticità, come ad esempio l'assenza di una valutazione sui contaminanti chimici e biologici anche emergenti, l'assenza di previsione di appropriate misure di risanamento per mitigare o eliminare possibili impatti e

un'informazione incompleta ai cittadini circa i potenziali rischi per la salute. In definitiva, l'approfondimento delle conoscenze mediante la condivisione di un panel di esperti del settore tecnico e scientifico di ambiente e salute come quello compreso all'interno del progetto Aces consentirà di sviluppare una metodologia di valutazione del rischio basata su scenari di esposizione desunti da dati sperimentali sia ambientali sia sanitari. Insieme si potrà definire un modello sanitario *One health* per la valutazione ecosistemica integrata di discipline diverse che unisca la salute umana a quella dell'ecosistema di aree costiere antropizzate.

Cristina Mazziotti

Responsabile Struttura tematica oceanografica Daphne, Arpae Emilia Romagna

IL RUOLO DI ISPRA E DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA

Ispira

Il progetto di ricerca applicata Aces ha l'obiettivo di ratificare il protocollo acqua e salute (obiettivo specifico 1) e di sviluppare una metodologia di valutazione del rischio secondo criteri di prevenzione e una visione *One health* (obiettivo specifico 6). Questa metodologia sarà realizzata dall'Ispira in collaborazione con l'Istituto superiore di sanità (Iss) e sarà basata sulla definizione di scenari di esposizione per le aree di balneazione mediante l'individuazione delle sorgenti, dei percorsi di diffusione dei contaminanti e dei bersagli. Rappresenterà uno strumento di gestione derivante anche dell'attività che Ispira svolge in collaborazione con Snpa (Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente) e l'Iss sul tema della balneazione. Infatti, le aree di studio su cui sarà testata la valutazione del rischio sono state selezionate secondo la metodologia riportata nelle linee guida Snpa (31/2021), per l'individuazione delle pressioni significative per le acque di balneazione. Inoltre, Ispira fornirà anche una disamina dei metodi matematici per la stima delle concentrazioni degli inquinanti derivanti dalle varie sorgenti di contaminazione, tratta da specifici approfondimenti condotti nell'ambito delle linee guida Ispira "Studio dell'area d'influenza per la gestione delle acque di balneazione. Parte II: il supporto della modellistica matematica" in corso di stesura. Si tratta di una valutazione del rischio rivolta all'intera area di balneazione e per questo integra i risultati della caratterizzazione chimica e microbiologica di acqua, sedimento e biota (obiettivi specifici 2 e 3). A tal fine, l'Ispira si è anche occupata di eseguire il campionamento dei sedimenti in collaborazione con Arpae e di eseguire le analisi granulometriche, chimiche (metalli pesanti, Ipa e Pcb) ed ecotossicologiche (*P. tricornutum*, *A. fischeri*, *T. fulvus*) su questa stessa matrice.

Arpae Emilia-Romagna

Il progetto Aces ambisce a sviluppare strumenti applicati per la valutazione del rischio ambientale e sanitario nelle aree di balneazione, basandosi su un modello concettuale che integra sorgenti, vie di diffusione e bersagli. Allo stesso tempo affronta una tematica di sanità pubblica globale con importanti risvolti clinici, medico legali e anche giuridici: l'antimicrobico-resistenza (Amr), termine che indica la

progressiva inefficacia degli antibiotici nel contrastare infezioni batteriche che è al momento considerata una vera e propria emergenza globale. Nella diffusione della resistenza antimicrobica l'ambiente è un fattore cruciale in quanto la salute degli esseri umani, quella degli animali e delle piante sono strettamente collegati e interdipendenti in quanto facenti tutti parte di ecosistemi. Da un punto di vista operativo, nel progetto sono state selezionate due aree di studio con zone balneabili, dove sono stati effettuati campionamenti di acqua, sedimento e biota, analizzati contaminanti chimici e microbiologici con potenziali effetti ecotossicologici. Inoltre sono state condotte analisi per rilevare microrganismi patogeni emergenti, compresi quelli associati a fenomeni di Amr, al fine di valutare i rischi per l'ambiente e la salute umana. L'attività di Arpae riguarda in particolare lo studio del ruolo che i sedimenti hanno come serbatoio di contaminazione nella fascia sommersa di balneazione. Il personale di Arpae è coinvolto sia nell'attività di campo sia in quella di laboratorio, attraverso da un lato il campionamento dei sedimenti al fine di ricercare in essi una possibile contaminazione batterica e dall'altra la determinazione in laboratorio di specifici indicatori quali *Salmonella sp.*, enterococchi ed *Escherichia coli*. Questa analisi ha fin qui mostrato come i sedimenti marini, in particolare sotto costa, possono costituire una riserva di contaminazione fecale se sono presenti nelle vicinanze degli scarichi. I risultati del progetto hanno fin qui evidenziato una maggiore criticità nelle località adriatiche campionate rispetto a quelle tirreniche essendo state selezionate le prime in rappresentanza di *hospot* di contaminazione microbica.



AREE VERDI E BLU PER LA SALUTE E IL BENESSERE

IL PROGETTO VEBS MIRA A MIGLIORARE LA CONOSCENZA E LA GESTIONE DELLE INFRASTRUTTURE VERDI E BLU, FONDAMENTALI PER I LORO POTENZIALI IMPATTI POSITIVI SULLA SALUTE E SUL WELFARE. L'USO CORRETTO DI QUESTE AREE PUÒ PORTARE NUMEROSI BENEFICI AL BENESSERE FISICO E MENTALE E NEL CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI.

Il progetto Vebs (“Il buon uso degli spazi verdi e blu per la promozione della salute e del benessere”) è un’iniziativa nazionale finanziata dal Pnrr/Pnc che mira a migliorare l’uso consapevole e partecipativo delle infrastrutture verdi e blu nelle città italiane, con particolare attenzione alle *nature-based solutions* (Nbs). Le città ad esempio possono affrontare i cambiamenti climatici attraverso due percorsi: la mitigazione (efficienza energetica, decarbonizzazione, riduzione delle emissioni) e l’adattamento (miglioramento della resilienza). Le soluzioni basate sulla natura (Nbs) combinano queste strategie con un significativo coinvolgimento della cittadinanza. Le Nbs migliorano la resilienza e creano opportunità economiche, richiedendo analisi e impegno pubblico per essere efficaci.

Il progetto mira a migliorare la conoscenza e la gestione delle

infrastrutture verdi e blu, che offrono servizi alla cittadinanza, come il contrasto ai cambiamenti climatici e il benessere psico-fisico. Sottolinea l’importanza di pianificare e gestire queste aree considerando i loro potenziali impatti, positivi e negativi, sulla salute e sul welfare. Il progetto si propone di raggiungere diversi Obiettivi dello sviluppo sostenibile dell’Agenda 2030: *goal 3* “Salute e benessere”; *goal 4* “Istruzione di qualità”; *goal 10* “Ridurre le disuguaglianze”; *goal 11* “Città e comunità sostenibili”; *goal 13* “Lotta contro il cambiamento climatico”. Per quanto attiene ad accessibilità e fruibilità (come richiamato nel *goal 11* dell’Agenda 2030) si terrà conto, laddove possibile, di tali caratteristiche, soprattutto nelle zone con una maggiore densità di popolazione residente, incrociando l’informazione con la disponibilità del trasporto pubblico locale (Tpl) e della presenza di percorsi ciclopeditoni.

Il progetto si articola in quattro obiettivi specifici:

- Os 1 “Mappatura delle aree e delle policy”: prevede la mappatura delle aree verdi e blu nelle zone urbane e periurbane, considerando accessibilità, densità di popolazione, trasporto pubblico e percorsi ciclo-pedonali, supportata dai dati Istat
- Os 2 “Aree verdi e blu e stato di salute”: studia l’impatto delle aree verdi e blu sulla salute, coinvolgendo operatori sanitari e analizzando casi specifici, come bambini a Roma e anziani a Ravenna, per valutare effetti protettivi e promuovere l’attività fisica
- Os 3 “Atlante delle specie e forestazione”: si concentra sull’atlante delle specie arboree e sulla forestazione urbana, sviluppando linee guida per interventi di rimboschimento sostenibili e rispettosi dell’ambiente, considerando specie invasive e allergeniche
- Os 4 “Formazione e comunicazione”: promuove formazione e comunicazione,

Progetto di ricerca applicata VeBS

Il buon uso degli spazi verdi e blu per la promozione della salute e del benessere. Il progetto mira a promuovere, con efficaci azioni di sviluppo, l'uso delle infrastrutture verdi e blu nelle aree urbane e extraurbane per poter arginare la disuguaglianza sociale generata dall'impossibilità o difficoltà del loro accesso.

IL PROGETTO

Il progetto

VeBS è un progetto di ricerca applicata del Piano Nazionale Complementare su salute, ambiente, biodiversità e clima.

I partner

Il progetto unisce idee ed esperienze di diversi Enti distribuiti sul territorio nazionale.

www.vebs.it



FOTO ARCH. SILVIA BRINI - ISPRA

creando materiali didattici, workshop, attività di *citizen science* e una *roadmap* con *best practice* per coinvolgere cittadini, decisori e operatori nella valorizzazione degli spazi verdi e blu, migliorando fruibilità e benessere collettivo.

Metodologia

In questo contesto, il progetto Vebs è finalizzato a realizzare iniziative di studio, ricerca, formazione e comunicazione per promuovere un uso corretto, consapevole e partecipato delle infrastrutture verdi e blu. Mira a implementare politiche basate sull'evidenza per la pianificazione e la gestione degli spazi verdi e blu urbani e a migliorare la comprensione degli effetti sulla salute associati. Vebs coinvolge quattro regioni (Emilia-Romagna, Abruzzo, Lazio e Calabria), promuovendo lo studio, la ricerca, la formazione e la comunicazione per un uso efficace delle infrastrutture verdi e blu, coinvolgendo stakeholder, cittadini e studenti. Un aspetto fondamentale del progetto è il miglioramento del benessere e della salute dei cittadini. Nello specifico, il progetto Vebs mira a migliorare la conoscenza condivisa tra i principali stakeholder coinvolti nello sviluppo, nella manutenzione e nell'uso sostenibile delle infrastrutture verdi-blu, capitalizzando i benefici per la salute, specialmente nei gruppi vulnerabili come i bambini e gli anziani, riducendo al contempo gli svantaggi (ad esempio i pollini). Questo per promuovere l'uso corretto di queste aree e comprendere appieno i loro benefici per il benessere fisico e mentale, la coesione sociale e l'equità. È fondamentale affrontare le sinergie tra i concetti di servizi ecosistemici e resilienza nel contesto della pianificazione delle infrastrutture naturali a livello locale.

Risultati e conclusioni

Le infrastrutture verdi e blu, componenti fondamentali delle Nbs, contribuiscono in modo significativo alla salute mentale e fisica, fornendo spazi per l'attività fisica, il relax e l'interazione sociale. La vegetazione può ridurre lo stress, migliorare l'umore e offrire diversi benefici per la salute fisica e psichica dei cittadini. Inoltre, questi spazi mitigano gli effetti dell'isola di calore urbana, rimuovono gli inquinanti, migliorano il comfort termico e riducono il rischio di ondate di calore. Nello specifico, la

FIG. 1
AREE VERDI E BLU

Mapa interattiva, pubblicata sul sito web www.vebs.it, dei parchi e delle aree protette nelle regioni coinvolte nel progetto Vebs.



FOTO: ARCH. GIACINTO CIAPPETTA - ARPA CALABRIA

riforestazione multifunzionale è una pratica che considera le foreste come ecosistemi complessi che forniscono molteplici servizi ecosistemici, come l'aumento della biodiversità, i benefici per la salute, il miglioramento della qualità dell'aria e il controllo e la purificazione dell'acqua.

Il progetto Vebs promuove inoltre lo sviluppo di politiche per la promozione, pianificazione e gestione degli spazi

verdi e blu urbani, per migliorare la comprensione degli effetti delle Nbs sulla salute. Tra i risultati attesi del progetto Vebs è inclusa la mappatura delle politiche e lo studio degli effetti delle Nbs sulla salute, in particolare per i gruppi vulnerabili come i bambini e gli anziani, lo sviluppo di un atlante di specie vegetali a supporto della riforestazione multifunzionale; corsi di formazione per professionisti e cittadini e attività

di divulgazione con la partecipazione attiva degli stakeholder locali, in coerenza con gli obiettivi previsti dalla legge sul ripristino della natura.

L'approccio ai servizi ecosistemici si concentra sulla massimizzazione dei benefici diretti e indiretti che gli esseri umani traggono dagli ecosistemi nelle aree urbane, come la produzione di cibo, la purificazione dell'acqua, il controllo delle inondazioni e del microclima, l'opportunità di fare esercizio fisico, le interazioni sociali e le attività ricreative e il benessere mentale. Parallelamente, l'approccio alla resilienza si concentra sulla capacità di un sistema socio-ecologico di assorbire le perturbazioni, riorganizzarsi e mantenere le sue funzioni essenziali di fronte a cambiamenti esterni o shock. Questo approccio evidenzia le dinamiche dei sistemi urbani, incoraggiando pratiche di governance partecipativa flessibili.

Per quanto riguarda queste due linee d'azione, alcuni risultati attesi del progetto Vebs sono: la mappatura delle politiche relative allo sviluppo e all'implementazione delle aree verdi e blu; lo studio degli effetti della frequentazione di tali spazi sulle popolazioni più vulnerabili in specifiche aree italiane, e il supporto alle pratiche di prevenzione della salute e del benessere basate sulla natura; lo sviluppo di un atlante di specie vegetali a supporto

della riforestazione multifunzionale e linee guida per l'implementazione; corsi di formazione per professionisti e cittadini e attività di divulgazione con la partecipazione attiva degli stakeholder locali.

In particolare, riteniamo che la redazione e la diffusione di prodotti come l'atlante delle specie vegetali e gli interventi di divulgazione rivolti a diversi stakeholder possano supportare pianificatori, decisori, operatori dell'ambiente e della salute con un insieme di principi e strumenti generali per affrontare, gestire e promuovere correttamente soluzioni basate sulla natura.

Questi progetti mirano a migliorare la resilienza urbana concentrandosi sui benefici delle infrastrutture verdi e blu, compresa la promozione di processi di governance policentrici, partecipativi e adattivi e l'incoraggiamento e la cura della loro gestione.

In sintesi, il progetto si concentra sull'educazione, sullo studio dei servizi ecosistemici e sull'impegno degli stakeholder promuovendo una comprensione e un'applicazione completa del concetto di "ambiente urbano".

Giacinto Ciappetta¹, Sisto Milito², Annamaria Colacci³, Andrea Ranzi³, Maria Grazia Mascolo³, Paola Michelozzi⁴, Chiara Badaloni⁴, Manuela De Sario⁴, Walter Ricciardi⁵, Leonardo Villani⁵, Gaia Surya

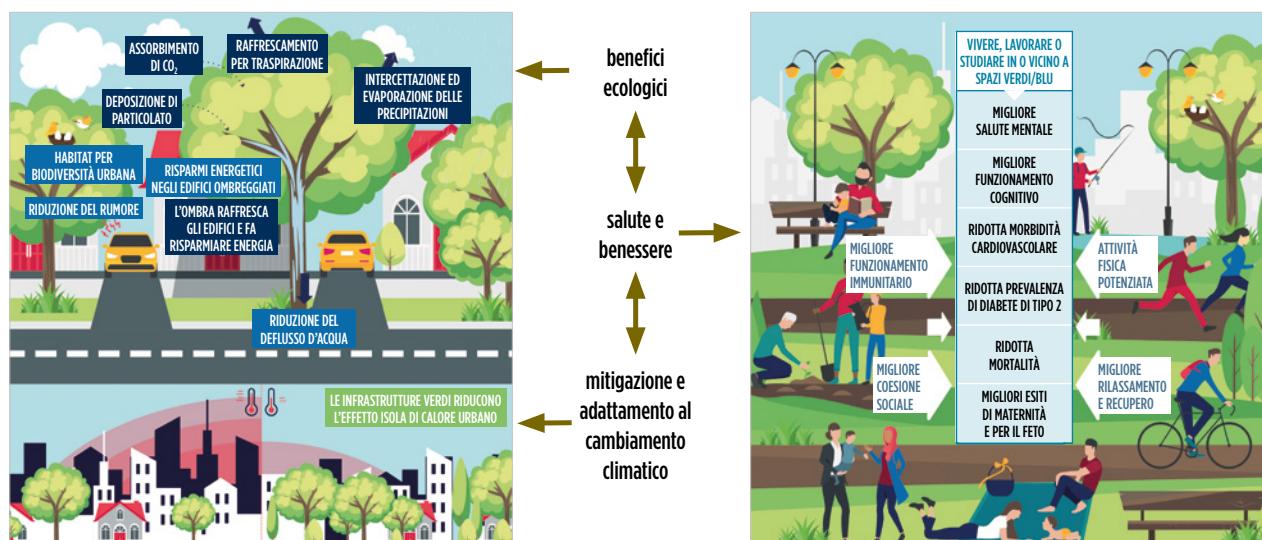
Lombardi⁵, Doris Zjalic⁵, Marco Domenicali⁶, Nelson Marmiroli⁷, Elena Maestri⁷, Silvia Brini⁸, Anna Chiesura⁸, Massimo Giusti⁹, Donatella Rosoni⁹, Laura Mancini¹⁰, Luca Avellis¹⁰

1. Arpa Calabria
2. Regione Calabria
3. Arpa Emilia Romagna
4. Dipartimento di Epidemiologia, Asl Roma1, Regione Lazio
5. Università Cattolica Sacro Cuore
6. Università degli studi di Bologna
7. Consorzio interuniversitario nazionale per le scienze ambientali (Cinsa)
8. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra)
9. Arpa Abruzzo
10. Istituto superiore di sanità

Il progetto di ricerca è finanziato dal Ministero della Salute, nell'ambito del Piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc) - E.1 Salute, ambiente, biodiversità e clima, 1.4: Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-biodiversità-clima. CUP I65I22000200001.

I BENEFICI DELLE INFRASTRUTTURE VERDI

Le aree verdi e blu sono ora integrate in politiche e leggi sempre più attente alle questioni ambientali a cui si affiancano i piani di prevenzione sanitaria nazionale e regionali. Le Nazioni unite (Onu) riconoscono l'importanza degli spazi verdi e blu e la necessità di integrare i valori della biodiversità nei processi di pianificazione dei loro Obiettivi di sviluppo sostenibile. Da questa prospettiva, la prescrizione basata sulla natura (sia blu che verde) non solo promuove la salute individuale, ma genera anche co-benefici ambientali e sociali, offrendo un'opportunità concreta per integrare le strategie di salute pubblica con gli obiettivi di sostenibilità ecologica e di mitigazione degli effetti della crisi climatica e di prevenzione in termini di salute.



Fonte: European environment agency (Eea), "Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and wellbeing in Europe", Eea Report n. 21/2019 modificata.

IL RUOLO DI ARPA CALABRIA, ARPAE EMILIA-ROMAGNA E ARPA ABRUZZO

Arpa Calabria

L'attività dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Calabria (Arpacal), come contributo al progetto, si è caratterizzata nella partecipazione alla:

- raccolta di iniziative istituzionali regionali, con impatto sulla cittadinanza a cui sono rivolte
- raccolta, elaborazione di informazioni su verde pubblico e spazi blu urbani sul territorio regionale
- disseminazione e formazione verso gli operatori del settore e la cittadinanza nonché la realizzazione del sito web
- contributo alla stesura delle linee guida (in corso) sulla base delle tecniche di rimboschimento operanti nella regione.

Tutti i partner del progetto concorrono con attività proprie al raggiungimento dei 4 obiettivi specifici, mentre il ruolo di Arpacal, oltre ad essere quello di Coordinatore tecnico del progetto, è quello di partecipare attivamente a tre dei quattro obiettivi specifici (Os 1, Os 3, Os 4).

Le attività cui Arpacal ha partecipato e previste per il raggiungimento dell'Os 1 e Os 3 sono:

- ricerca di iniziative istituzionali, e non, con impatto sulla cittadinanza a cui sono rivolte e quindi mappature delle iniziative e politiche regionali e locali
- rassegna e analisi critica delle attuali pratiche di rimboschimento nell'area delle regioni interessate.

Nell'ambito, invece, dell'Os 4, che si focalizza su formazione, disseminazione e comunicazione in tema di spazi verdi e blu, Arpacal svolge attività di conoscenza partecipata anche attraverso contributi a tutti gli eventi organizzati dalle Unità operative. Inoltre promuove la formazione del personale del Sistema nazionale per la protezione ambientale e del Sistema nazionale di prevenzione della salute dai rischi ambientali e climatici, contribuendo attraverso la partecipazione alle iniziative relative alle attività didattiche nelle scuole primarie, nonché dell'organizzazione di eventi divulgativi. Inoltre è attivo nella implementazione del sito web www.vebs.it cui ha partecipato alla realizzazione e alla stesura della mappa interattiva, oltre che alla implementazione della documentazione nella parte ad essa dedicata. Arpacal ha curato la realizzazione e l'organizzazione di eventi partecipativi tra i luoghi simbolo della Calabria: Parco nazionale della Sila e Costa degli Dei a Tropea. Inoltre ha realizzato, in collaborazione con i componenti del Comitato d'indirizzo del progetto e l'Università della Calabria, un ciclo di seminari (8) monotematici che si svilupperà fino a luglio 2026 rivolto agli operatori del Snpa e del Snps.

La molteplicità di attività curate da Arpacal è stata possibile grazie al contributo del Gruppo di lavoro appositamente costituito (Giacinto Ciappetta, Teresa Benincasa, Costantino Crupi, Rossella Stocco, Emanuele Vivaldi, Antonio Gareri) e al personale neo-assunto a tempo determinato per il progetto.

Arpae Emilia-Romagna

Nel progetto Vebs, Arpae svolge un ruolo di supporto scientifico, metodologico e strategico, con uno sguardo che integra ambiente, salute e persone, contribuendo al rafforzamento delle basi conoscitive a sostegno delle politiche e degli interventi basati su verde e blu. Il contributo di Arpae nasce dall'esperienza, ma anche dalla convinzione che la qualità degli ecosistemi in cui viviamo sia parte integrante della nostra salute, lungo tutto l'arco della vita.

Arpae ha partecipato alle attività sin dalle fasi iniziali di progettazione, contribuendo alla formazione del gruppo di progetto e alla definizione dell'impostazione complessiva. Essere presenti dall'inizio ha significato condividere domande, obiettivi e linguaggi, costruendo passo dopo passo una visione comune.

Nel lavoro svolto all'interno di Vebs, Arpae rivolge un'attenzione particolare ai meccanismi biologici che collegano l'esposizione a verde e blu agli effetti sulla salute. Non ci limitiamo a osservare le associazioni, ma cerchiamo

di capire cosa accade "sotto la superficie": processi infiammatori, risposte allo stress ossidativo, modulazione del sistema immunitario, cambiamenti epigenetici e variazioni dell'espressione genica che possono contribuire al benessere o, al contrario, influenzare la fragilità.

Un ambito centrale dell'attività riguarda la definizione e l'interpretazione di biomarcatori utili a leggere gli effetti di verde e blu, con uno sguardo attento alle popolazioni più vulnerabili, come gli anziani e le persone a rischio di declino cognitivo. I dati sperimentali e osservazionali vengono integrati in modelli concettuali, per rendere le evidenze comprensibili, confrontabili e trasferibili.

Accanto alla ricerca, Arpae contribuisce al coordinamento del progetto attraverso il Comitato di indirizzo, contribuendo all'allineamento scientifico e metodologico delle diverse linee di attività e alla coerenza complessiva dell'impostazione del progetto.

Un ulteriore contributo riguarda le attività di formazione e disseminazione, rivolte sia a operatori del settore sia a stakeholder istituzionali, con l'obiettivo di rafforzare la *environmental health literacy* e promuovere una lettura consapevole del ruolo delle aree verdi e blu, perché esse non siano solo elementi del paesaggio, ma parte riconosciuta di una strategia di promozione della salute e di prevenzione delle malattie cronico-degenerative, in un'ottica *One health* e *Planetary health*.

Arpa Abruzzo

Nell'ambito del progetto Vebs, Arpa Abruzzo fornisce un contributo mirato, coerente con le proprie competenze in materia di ambiente, ricerca e comunicazione istituzionale. L'attività dell'Agenzia si inserisce in un quadro di collaborazione a livello nazionale che coinvolge Regioni, Università e Agenzie ambientali, con l'obiettivo di rafforzare le conoscenze sull'impatto degli ambienti naturali sul benessere e sulla salute della popolazione.

Il contributo di Arpa Abruzzo riguarda in particolare due ambiti del progetto. Il primo è legato alle attività di ricerca previste dall'obiettivo specifico 2 (Os2), dedicato allo studio degli effetti degli spazi verdi e blu sulla salute, con attenzione alle fasce più vulnerabili della popolazione. In questo contesto, l'Agenzia partecipa alla costruzione di una *biobank* di profili epigenetici, metabolici e genomici di soggetti centenari residenti in Abruzzo, progetto avviato in collaborazione con l'Università degli studi di Teramo. Le attività prevedono il coinvolgimento dei Comuni abruzzesi per l'individuazione dei cittadini centenari presenti sul territorio e la loro successiva adesione alle fasi di studio, che comprendono la somministrazione di test e, in un momento successivo, l'esecuzione di prelievi ematici. Lo studio intende analizzare le caratteristiche metaboliche, genetiche e nutrizionali dei centenari e nonagenari abruzzesi, con l'obiettivo di individuare i fattori chiave della longevità e fornire alla popolazione raccomandazioni utili per preservare la salute e favorire un invecchiamento sano. Il lavoro di ricerca è condotto con il supporto scientifico dei professori Mauro Serafini, Donato Angelino e Claudio D'Addario.

Accanto alle attività di ricerca, Arpa Abruzzo è impegnata anche nella formazione, informazione e comunicazione, così come previsto dall'obiettivo specifico 4 (Os4) del progetto Vebs. In questo ambito, l'Agenzia ha curato l'individuazione e l'affidamento dell'incarico per la realizzazione e la gestione del sito web, concepito come piattaforma di riferimento per la diffusione dei contenuti e delle iniziative del progetto. Il sito viene costantemente aggiornato con informazioni su eventi formativi, materiali divulgativi, attività di sensibilizzazione e mappature delle aree verdi e blu, e ospita una sezione dedicata alla formazione, dalla quale è possibile scaricare contenuti didattici.